

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ВЫПУСКНАЯ  
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ  
РАБОТА БАКАЛАВРОВ**

Екатеринбург  
2015

УДК 62.11.4

ББК 60.4

В 92

Рецензенты:

Кафедра «Машины и автоматизированные системы» Санкт-Петербургского университета растительных полимеров;

Н.Н. Кокушин – д-р. техн. наук, профессор заведующий кафедрой «Основы конструирования машин» ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный технический университет растительных полимеров»

*Авторы: С.Н. Вихарев, С.М. Исаков, Н.В. Куцубина, В.И. Музыкантова, А.А. Санников, В.П. Сиваков, В.А. Ягуткин*

В 92      **Выпускная квалификационная работа:** учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 94 с.  
ISBN 978-5-94984-551-6

Учебное пособие предназначено для обучающихся, руководителей и консультантов при выполнении выпускной квалификационной работы и курсовых проектов и может быть полезно для инженерно-технических работников в их практической деятельности.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ФГБОУ ВПО «Уральский лесотехнический университет».

УДК 62.11.4

ББК 60.4

ISBN 978-5-94984-551-6

© ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. Тематика, структура, объем и содержание разделов выпускной квалификационной работы .....	5
1.1. Общие положения .....	5
1.2. Техничко-экономическое обоснование квалификацион- ной работы .....	11
1.3. Технологическое обоснование квалификационной работы .....	16
1.4. Конструирование машины, устройства, приспособления	19
1.5. Технические условия изготовления или восстановления детали, сборки изделия, монтажа машины .....	20
1.6. Эксплуатация проектируемой (модернизируемой) машины или её составной части .....	22
1.7. Безопасность и экологичность проекта .....	24
1.8. Экономическая эффективность проектных решений .....	28
2. Содержание и оформление расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы .....	30
2.1. Общие положения .....	30
2.2. Рубрикация расчетно-пояснительной записки .....	31
2.3. Оформление иллюстраций .....	32
2.4. Построение таблиц .....	33
2.5. Формулы и уравнения .....	35
2.6. Примечания .....	36
2.7. Список литературы .....	37
2.8. Приложения .....	37
2.9. Стандартные обозначения и единицы измерения физических величин .....	37
2.10. Защита выпускной работы .....	38
3. Особенности выпускных квалификационных работ как конструкторских документов в системе ЕСКД .....	41
4. Проектирование технологических процессов изготовления и ремонта изделий машиностроительного производства в квалификационных работах и курсовом проектировании.....	50
5. Точность расчетов при выполнении выпускных квалифи- кационных работ и курсовых проектов .....	57
6. Методические указания по выполнению выпускной квали- фикационной работы по преддипломной практике .....	65
Библиографический список .....	71
Приложения .....	72

## **ВВЕДЕНИЕ**

Выпускная квалификационная работа (ВКР) бакалавров – завершающий этап в освоении основной образовательной программы, в процессе которой формируются и закрепляются теоретические знания, приобретаются навыки и опыт самостоятельного решения технических задач по направлению профессиональной деятельности выпускников бакалавриата (конструкторской, расчетной, технологической, эксплуатационной, исследовательской) в области машиностроения и отраслей лесного комплекса (целлюлозно-бумажных, деревообрабатывающих и плитных производств), а также целлюлозно-бумажного, деревообрабатывающего и лесного машиностроения.

В учебном пособии изложены организационные и технические вопросы выполнения ВКР, примерное направление тематики, структурные особенности, содержание и объем выполняемых работ, требования по оформлению текста расчетно-пояснительной записки (РПЗ), графического и иллюстративного материала.

Требования к оформлению конструкторского и графического материала максимально приближены к требованиям ЕСКД, а требования к оформлению текста РПЗ соответствуют стандарту СТПЗ-2001 [1] и максимально приближены к требованиям по оформлению диссертационных работ [2].

Учебное пособие является обобщением ранее изданных методических рекомендаций [3,4,5] с их переработкой в соответствии с требованиями нового образовательного стандарта подготовки бакалавров [3]. В учебном пособии дополнительно внесены разделы «Проектирование технологических процессов, изготовления и ремонта изделий машиностроительного производства» (автор В.А. Ягуткин), точность расчетов при выполнении квалификационных работ [6] (по материалам В.М. Браславского), а также требования к преддипломной практике (автор Н.В. Куцубина).

Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению 151000 (15.03.02), для руководителей и консультантов при выполнении ВКР и может быть полезно для обучающихся по другим направлениям механического профиля.

# **1. ТЕМАТИКА, СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

В разделе рассматриваются цель и задачи ВКР, обсуждаются основные направления, тематика, структура и содержание разделов работы.

## **1.1. Общие положения**

### **Цель и задачи квалификационной работы бакалавра**

Цель выпускной работы - систематизация и закрепление знаний, развитие навыков самостоятельного решения технических задач и их оформления в виде технических расчётов и чертежей, технологических документов и пояснительной записки.

При выполнении ВКР студент должен показать:

- умение решать задачи проектирования на уровне достижений современной науки, техники и технологий;
- знание направлений развития прогрессивных технологий и современных форм развития производства;
- умение анализировать различные конструкторские, технологические варианты и на основе технических расчётов обосновывать принятые решения;
- самостоятельность в решении технологических (конструкторских) и других задач в области проектирования, изготовления и технической эксплуатации технологических машин и оборудования.

Студент как автор ВКР несёт полную ответственность за все принятые в ней решения, а также за правильность расчётов и вычислений.

### **Тематика квалификационных работ бакалавра**

Тема ВКР устанавливается выпускающей кафедрой и должна быть выполнена на уровне современных достижений науки, техники и технологий и направлена на решение теоретических или прикладных технических задач в области технологических машин и оборудования.

В соответствии с обобщёнными задачами профессиональной подготовки бакалавра, указанными в основной образовательной программе данного направления, ВКР должна отвечать следующим требованиям:

- обобщать знания выпускника, полученные на данном этапе обучения, и применять их целенаправленно в решении поставленной технической задачи;
- отражать выполненные выпускником научные (поисковые) или экспериментальные (расчётные) исследования.

Перед выполнением ВКР студент должен согласовать с руководителем работы содержание основной части задания по выбранной теме и представить его на утверждение заведующему кафедрой. Задание на ВКР бакалавра формулируется руководителем и оформляется на бланке.

ВКР бакалавра может основываться на обобщении ранее выполненных выпускником курсовых работ и проектов, расчётно-графических работ (домашних заданий) по следующим курсам (в список вошли только основные курсы):

- «Теория и конструкция машин и оборудования»;
- «Технология машиностроения»;
- «Ремонт и техническая эксплуатация»;
- «Контроль и диагностика машин и оборудования»;
- «Проектирование и модернизация оборудования ЦБП».

В тематике ВКР должны находить отражение расчёт и проектирование машин, технология изготовления и восстановление деталей и сборочных единиц, техническая эксплуатация оборудования. При этом в конкретных темах ВКР может существенно преобладать одна из следующих частей:

- расчётно-конструкторская;
- технологическая (изготовление или восстановление);
- эксплуатационная;
- научно-исследовательская;
- организационно-техническая.

По указанным направлениям выполняются ВКР по следующим темам.

1. Проекты новых или модернизация существующих машин, оборудования ЦБП или их составных частей.

2. Проекты лабораторных машин, испытательных стендов или установок для учебных или научных целей, связанных с подготовкой специалистов и с совершенствованием машин и оборудования, а также их технического обслуживания и ремонта.

3. Проекты модернизации подъемно-транспортных, технологических операций на предприятиях ЦБП, а также и ремонтных работ.

4. Проекты новых и реконструкция существующих ремонтно-механических заводов, цехов, участков предприятий ЦБП.

5. Проекты организации технического обслуживания и ремонта машин и оборудования предприятия, цеха, участка, отдельных машин.

6. Проекты организации контроля и анализа (диагностики) технического состояния оборудования предприятия, производства, цеха.

7. Проекты диагностики машин и оборудования.

8. Проекты организации работ по модернизации машин и оборудования.

9. Исследовательские работы, направленные на совершенствование конструкций машин и оборудования ЦБП, на повышение их надежности,

на совершенствование организации методов и средств технического обслуживания и ремонта, контроля и анализа (диагностики) технического состояния оборудования.

Допускается студентам, обучающимся по контрактам с лесохимическими, биохимическими, машиностроительными и другими предприятиями, выполнять дипломные проекты по приведенным темам, но для машин и оборудования соответствующих предприятий.

Кафедрой могут быть предложены и другие темы ВКР в соответствии с заявками предприятий и организаций на подготовку специалистов с высшим профессиональным образованием.

Студенту предоставляется право выбора темы ВКР вплоть до предложения своей тематики с обоснованием целесообразности её разработки.

Поощряются комплексные ВКР, выполняемые группой студентов.

При подготовке ВКР каждому студенту назначается руководитель, а при необходимости - консультанты.

Темы ВКР бакалавра и руководитель работы утверждаются соответствующим приказом ректора УГЛТУ.

ВКР могут быть поисковыми, реальными и академическими.

К поисковым относятся ВКР, которые предусматривают создание новой оригинальной конструкции машины, принципиально новой организации технического обслуживания и ремонта т.п.

К реальным относятся ВКР, выполняемые по запросам промышленных предприятий, НИИ и конструкторских бюро, а также по заявкам кафедр университета. Реальные проекты могут быть переданы заказчику для внедрения.

К академическим относятся ВКР обычно на реальные темы, но не связанные с запросами предприятий, НИИ и конструкторских бюро.

Предпочтительными являются реальные и поисковые ВКР.

ВКР состоит из графической части и РПЗ. Содержание РПЗ и графической части, определяемые характером темы и составом ВКР, приводятся в разделах 2 и 3.

### **Объем квалификационной работы**

Объем ВКР бакалавра, представляемой к защите, зависит от специфики задания. Рекомендуемый объем ВКР бакалавра – 45...60 страниц (формат А4) машинописного текста РПЗ и 5...6 листов (формат А1) графической части (чертежи, схемы, графики и др.).

ВКР бакалавра должна представлять собой законченную разработку (расчётную, конструкторскую, технологическую и др.), в которой решена отдельная частная задача, содержание которой определяется направлением подготовки бакалавра.

## **Организация и планирование выполнения квалификационной работы**

Обучающийся - автор ВКР бакалавра - должен:

- 1) изучить задание на ВКР и совместно с руководителем работы составить план-график её выполнения для своей конкретной темы;
- 2) составить при помощи руководителя план выполнения исследовательской части работы (при наличии такого объёма работ);
- 3) выполнить ВКР по поэтапному графику.

## **Структура расчетно-пояснительной записки квалификационной работы**

Предлагается следующая структура РПЗ: реферат; введение; разделы:

- 1) аналитический обзор (технико-экономическое обоснование работы);
  - 2) расчет и проектирование конкретной конструкции;
  - 3) технология изготовления конкретной детали или сборки конкретной сборочной единицы;
  - 4) техническая эксплуатация проектируемого объекта;
  - 5) безопасность жизнедеятельности при эксплуатации проектируемого объекта или при изготовлении детали или сборке сборочной единицы;
  - 6) реферат по экономике;
- выводы и заключение;  
список литературы;  
приложения.

**В реферате** приводятся объём РПЗ в страницах, количество таблиц, рисунков, использованных источников, ключевые слова. В нескольких предложениях излагается содержание РПЗ.

**Во введении** необходимо отразить цель и задачи ВКР, указать ожидаемые эффекты – технические, экономические, экологические и др.

Следуя структуре ВКР бакалавра, в разделе «Аналитический обзор» приводят краткое описание и анализ известных решений в соответствии с темой выпускной работы. Из всех рассмотренных выявляют приемлемые методики и решения, которые можно использовать в качестве исходных при выполнении ВКР. Обзор выполняют по монографиям, сборникам научных трудов, отчётам о НИР и НИОКР, по справочной литературе и учебникам (учебным пособиям). В конце обзора конкретизируют задачи проектирования (расчета) и определяют возможные пути их решения.

## **Особенности квалификационных работ различных направлений**

Выполняемые ВКР бакалавра условно разделены на конструкторские, технологические, эксплуатационные и организационно-технические. Они имеют одинаковую по наименованиям разделов структуру, но соотношения между объёмами основных разделов различны.



При выполнении ВКР с более развитой расчётно-конструкторской частью основным её содержанием является проектирование (расчет), разработка (модернизация) конструкций узлов (устройств) технологических машин и оборудования, средств механизации и автоматизации. В технологическом разделе такой ВКР необходимо рассмотреть процесс изготовления одной из деталей данной конструкции (принятые методы и способы обработки) или сборки-монтажа отдельного узла (узлов) с оценкой их технологичности.

В разделе «Техническая эксплуатация» ВКР с развитой расчетно-конструкторской частью рассматривается выбор смазочных материалов; анализируются основные параметры технического состояния проектируемого изделия, обосновывается выбор методов и средств диагностики проектируемого изделия.

При выполнении ВКР с более развитой технологической частью (реализация технологических методов и способов обработки) основным её содержанием является проектирование технологического процесса для изготовления деталей, узлов и других сборочных единиц конструкций.

В конструкторском разделе такой ВКР рассматривается разработка (конструирование) относительно несложного технологического оборудования, средств механизации и автоматизации, сборочной или деталестроительной оснастки и др. В разделе «Техническая эксплуатация» рассматриваются вопросы эксплуатации станочного и другого оборудования, используемого при изготовлении деталей и сборочных единиц.

При выполнении ВКР с более развитой эксплуатационной частью разрабатываются мероприятия по повышению надёжности технологических машин и оборудования цеха, участка; обосновывается структура ремонтного цикла, выбирается система смазки и смазочные материалы, разрабатывается система диагностирования, выбираются методы и средства диагностики, обосновывается организация работ при диагностике машин и оборудования. В конструкторском разделе ВКР разрабатываются конструктивные решения по повышению надёжности составных частей оборудования, а в технологическом разделе – технологические решения по повышению надёжности оборудования (поверхностные упрочнения, нанесение покрытий, термообработка, применение современных методов ремонтно-восстановительных работ, методов избирательного переноса и т.п.).

Квалификационная работа по всем трём направлениям является, как правило, обобщением ранее выполненных студентом курсовых проектов и работ, расчётно-графических заданий. Поэтому выдача заданий на ВКР должна проводиться не позднее, чем в шестом семестре перед выходом студентов на производственную практику.

При выполнении ВКР на основе обобщения ранее выполненных выпускником курсовых проектов (работ) основным её содержанием является дальнейшее развитие решений, сформулированных в задании на ВКР по

данному направлению, что определяет объём работ конструкторского, технологического и эксплуатационного разделов ВКР.

При выполнении ВКР на определенную научно-исследовательскую тему (проектная, расчётная, экспериментальная и др.) основное её содержание должно представлять собой научные или экспериментальные исследования выпускника, являющиеся законченной теоретической или экспериментальной разработкой, в которой решена частная задача по направлению подготовки бакалавра.

### **Графическая часть квалификационной работы**

Графическая часть ВКР должна отражать результаты проектирования конструкций и технологий и содержать чертежи, схемы, графики в количестве, определяемом заданием и достаточном для суждения о полноте выполненной работы.

Чертежи, схемы и другие иллюстративные материалы оформляются по стандартам ЕСКД и в соответствии с установленной заданием стадией разработки (эскизный или технический проект, рабочая документация и т.п.).

Обычно общий вид проектируемого изделия выполняется на стадии эскизного проекта. Для сложных проектов, например бумагоделательных машин, взамен чертежа общего вида можно представить схему агрегата. Одна-две сборочные единицы представляются на уровне технического проекта, и на одном листе формата А1 выполняются рабочие чертежи деталей.

Технология изготовления разрабатывается только для деталей, на которые есть рабочая конструкторская документация, а на технологию сборки – сборочные единицы, которые находятся на стадии технического проекта.

Дополнительные сведения по оформлению РПЗ и графической части ВКР приведены в разделах 2 и 3.

**Заключение** должно содержать краткие выводы по результатам выполненного проекта (работы), предложения по его использованию, оценку технико-экономической эффективности внедрения, а также хозяйственную, научную и социальную ценность результатов работы.

Список использованных источников оформляют в соответствии с методическими указаниями по оформлению РПЗ [1].

В приложение следует включать:

перечень разработанных в проекте документов (чертежей, схем, плакатов и др.);

ведомость спецификаций;

таблицы вспомогательных данных, промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты (при необходимости).

Рассмотрим подробнее содержание отдельных разделов.

## 1.2. Технико-экономическое обоснование квалификационной работы

Технико-экономическое обоснование является основой ВКР и определяет ее главные черты и особенности, которые подлежат разработке в последующих разделах.

Обоснование предшествует ознакомлению с литературными источниками и патентными материалами, синтез которых вместе с материалами, собранными на преддипломной практике, является основой для разработки проекта. Основным методом работы является метод сравнения различных вариантов решений проекта (технологических схем, конструкций и типов оборудования, их производительности, удельной металлоемкости, энергоемкости, простоты конструкции и обслуживания, надежности машин и эксплуатации, габаритов, автоматизации работы, затрат на ремонт, простоты и удобства монтажа и т.п.).

Сравнение вариантов путем оценки по их общим технико-экономическим показателям. При сравнении приводятся краткие описания предприятия, технологических схем и особенностей оборудования, которые студент считает подходящими для использования при решении темы проекта. Описание оборудования должно иллюстрироваться фотографиями, эскизами, схемами и т.д.

Анализ литературных источников и патентных материалов должен иметь сжатый конкретный характер, четко и ясно освещающий современное состояние оборудования и технологии, непосредственно связанных с темой проекта.

В начале раздела ставится цель и задачи проекта, в конце – приводятся выводы, в которых в краткой форме отмечаются актуальность проекта, принятые принципиальные конструктивные и технологические решения, ожидаемое изменение технико-экономических показателей машины, цеха, производства и основные направления работы по разделам проекта.

### ***Содержание разделов проектов новых машин и оборудования:***

значение проектируемой машины в выполнении стоящих перед отраслью задач;

краткие сведения о предприятии, производстве или цехе, для которых проектируется машина. Анализ деятельности производства, цеха, участка, сведения по параметрам и характеристике используемого оборудования для тех же целей, что и проектируемая машина;

современный технический уровень машин и оборудования, аналогичных проектируемому, достигнутый отечественным машиностроением и иностранными фирмами;

выбор базовой машины, с которой сравниваются проектируемые машины. В качестве базовой принимается существующая машина, имеющая наилучшие технико-экономические показатели. При проектировании

принципиально нового оборудования, не имеющего аналогов, базовый вариант не выбирается;

обзор и сравнительный анализ существующих конструкций машин и составных частей, подобных проектируемой. Выбор принципиальных конструктивных решений, принятых в проекте;

ожидаемый рост производительности новых машин, снижение металлоемкости, энергоемкости, затрат на изготовление, преимущества эксплуатации.

***Содержание раздела проектов модернизации машин и оборудования:***

сущность модернизации машин. Значение модернизации в ускоренном развитии научно-технического прогресса в отрасли, в повышении производительности машин с наименьшими капитальными затратами;

история машины, завод (фирма)-изготовитель и год изготовления, год ввода в эксплуатацию, годы, в которые машина подвергалась модернизации;

техническая характеристика и описание конструкции модернизируемой машины. Оценка конструкции с учетом современного состояния конструкций машин подобного типа;

техническое состояние и технико-экономические показатели модернизируемой машины, часовая производительность, эффективное время работы машины, время плановых простоев машины, в т.ч. в капитальных и текущих ремонтах, технического обслуживания, технологических остановок, время внеплановых простоев, в т.ч. по причинам отказа механической части, анализ затрат на техническое обслуживание и ремонт машины, выявление моральных и физически изношенных и быстроизнашивающихся составных частей машины, деталей, сборочных единиц и агрегатов, оценка технического состояния машины и обоснование ее модернизации;

обзор и анализ существующих конструкций машин и их составных частей, подобных модернизируемой машине, сравнительный анализ вариантов и обоснованное направление модернизации;

ожидаемое изменение технико-экономических показателей машины: скорости, процента холостого хода, часовой производительности, качества выпускаемой продукции, текущих затрат и т.д.

***Содержание раздела проектов организации технического обслуживания и ремонта машин и оборудования:***

общая характеристика предприятия. Местоположение, выпуск товарной продукции, её себестоимость, стоимость основных промышленно-производственных фондов, численность ремонтного персонала, затраты на ремонт, производительность труда и другие экономические показатели работы ремонтной службы за последние 2...3 года и план ремонтов на текущий год;

анализ действующей на предприятии системы технического обслуживания и ремонта оборудования, форма организации ремонтного производства. Структура и функции ремонтно-технической службы и её отдельных

подразделений. Техническая оснащенность ремонтного производства. Состояние конструкторской и технологической подготовки ремонтного производства. Организация технического обслуживания оборудования. Состояние системы диагностики технического состояния оборудования, технологические процессы ремонта машин и оборудования;

управление ремонтным производством. Распределение функций между ремонтным производством и другими подразделениями, службами, отделами предприятия. Степень централизации управления ремонтным производством. Социальная структура инженерно-технического персонала ремонтного производства. Количество и состав ремонтного персонала;

степень концентрации ремонтного производства (объём и виды ремонтных работ, выполняемых РМЗ (РМЦ), подрядными организациями, ремонтными подразделениями производств и технологических цехов, перечень (объёмы и распределение выпуска запасных частей ремонтными подразделениями, количество и размещение основного металлообрабатывающего оборудования, распределение производственных помещений под ремонтные подразделения, степень централизации ремонтного персонала по численности и т.д.);

обзор современных методов технического обслуживания и ремонта оборудования на передовых предприятиях отрасли и в смежных отраслях промышленности. Анализ возможности применения этих методов на конкретном предприятии, для которого разрабатывается проект. Экономическая целесообразность централизации и специализации ремонтного производства, совершенствование структуры управления ремонтным производством. Возможность совершенствования структуры управления ремонтным производством. Возможность совершенствования конструкторско-технологической подготовки ремонтного производства. Пути совершенствования технологических процессов ремонта оборудования;

ожидаемые экономические результаты: снижение затрат на ремонт машин и обслуживание, сокращение простоев оборудования, сокращение численности ремонтного персонала и т.д.;

обоснование необходимости разработки конструкции устройства, приспособлений, стенда и т.п., необходимых для совершенствования технического обслуживания и ремонта оборудования. Обзор и анализ конструкций устройств, подобных разрабатываемому, по литературным источникам, материалам патентных исследований и материалам, собранным на производственных и преддипломной практиках. Обоснование параметров и принципиальных особенностей конструкции устройства.

***Содержание раздела проектов монтажа технологического оборудования ЦБП:***

сущность монтажа, особенности монтажа оборудования ЦБП как завершающего этапа процесса изготовления оборудования;

техническая характеристика и описание конструкции монтируемой машины и её составных частей. Особенности машины как объекта монтажа (габариты, масса монтируемых составных частей, вид поставки и др.);

обоснование выбора способа монтажа и обоснование монтажной технологии: тип и определение количества необходимых грузоподъемных механизмов, схемы установки монтируемого оборудования в проектное положение с описанием расположения монтажных механизмов и устройств подачи оборудования в зону монтажа, последовательности монтажа, способа сборки монтажных блоков, организации монтажной площадки;

изменение трудоемкости монтажа и затрат на его производство;

обоснование необходимости разработки конструкции монтажных приспособлений. Обзор и анализ конструкций монтажных приспособлений, подобных проектируемым по литературным источникам, материалам патентных исследований и материалам предприятий, собранным во время практики. Выбор основных параметров приспособлений.

***Содержание раздела проектов новых и реконструкции существующих ремонтно-механических заводов, цехов, участков:***

роль РМЗ и РМЦ в повышении эффективности основного технологического оборудования ЦБП. Современное состояние ремонтного производства отрасли;

общая характеристика предприятия, для которого разрабатывается проект. Стоимость основных производственных фондов, численность промышленно-производственного персонала. Структура и функции ремонтно-механической службы и её основных подразделений. Объем и виды ремонтных работ, выполняемых в производственных цехах основного производства, в РМЗ (РМЦ), подрядными организациями;

современное состояние РМЗ (РМЦ) на предприятии. Номенклатура запасных частей, изготавливаемых и ремонтируемых в РМЗ (РМЦ). Структура РМЗ (РМЦ), управление, количество основного металлорежущего, литейного, сварочного и прочего оборудования (всего на предприятии, в том числе в РМЗ или РМЦ). Персонал РМЗ. Основные экономические показатели;

обоснование необходимости создания нового или реконструкции существующих РМЗ и РМЦ. Выявление номенклатуры ремонтируемых или изготавливаемых запасных частей. Обоснование необходимости различных участков (цехов) РМЗ (РМЦ): механического, термического, кузнечно-прессового и др. Обоснование структуры проектируемого РМЗ (РМЦ);

ожидание изменения удельного веса запасных частей, изготавливаемых в условиях РМЦ, уровня централизации ремонтных работ, численности персонала, коэффициента сменности станков, себестоимости работы;

обоснование необходимости конструирования станочного приспособления, стенда, установки для восстановления и изготовления деталей. Обзор и анализ литературы, патентных материалов, изделий, подобных проектируемому. Выбор конструктивных параметров изделий.

***Содержание раздела проектов механизации трудоемких технологических и ремонтных операций:***

роль механизации трудоемких процессов в повышении производительности и улучшении условий труда. Состояние механизации трудоемких процессов в отрасли;

краткая характеристика предприятия, цеха, участка, для которого разрабатывается проект механизации. Уровень механизации труда в цехе, на участке. Характеристика применяемых грузоподъемных, транспортных и иных машин и устройств. Описание механизированных рабочих мест. Количество рабочих, занятых ручным трудом. Обоснование необходимости механизации трудоемких процессов;

состояние механизации подобных технологических операций на других предприятиях по данным литературы и изучения вопроса на производственных и преддипломной практиках;

обоснование выбора схемы механизации технологических операций. Выбор выпускаемых промышленностью машин, устройств и приспособлений. Предварительное обоснование экономической эффективности схемы механизации и выбранных машин, устройств и приспособлений;

ожидаемое сокращение численности персонала, улучшение условий труда, снижение текущих затрат;

обоснование необходимости разработки конструкции машин и устройств в схеме механизации, которые не выпускаются промышленностью. Обзор и анализ конструкции машин и устройств, подобных проектируемым. Обоснование параметров разрабатываемых конструкций.

***Содержание раздела проектов организации контроля и анализа (диагностики) технического состояния оборудования предприятия, производства, цеха:***

сущность и значение контроля и анализа (диагностики) технического состояния оборудования;

краткие сведения о предприятии, производстве, цехе, для которых предусматривается система диагностики;

описание и анализ действующей на предприятии системы технического обслуживания и ремонта оборудования;

состояние организации контроля и анализа технического состояния оборудования. Методы и средства диагностики оборудования на предприятии, структура службы контроля и анализа;

обзор методов и средств контроля и анализа технического состояния оборудования в целлюлозно-бумажной и других отраслях промышленности России и за рубежом;

классификация средств диагностики;

тенденции развития средств диагностики;

методы организации контроля и анализа технического состояния оборудования;

обоснование выбора способа организации методов и средств диагностики конкретного оборудования предприятия;

ожидаемые экономические результаты: сокращение простоев, предотвращение аварийных отказов оборудования, сокращение численности ремонтного персонала и др.

***Содержание раздела проектов средств диагностики машин и оборудования:***

цель и задачи проектируемых средств диагностики;

краткие сведения об оборудовании, для которого предназначены средства диагностики;

анализ методов и средств диагностики, используемых для аналогичного оборудования, современный технический уровень средств диагностики, используемых в отрасли и в смежных отраслях промышленности;

выбор базовых средств диагностики, с которыми сравниваются проектируемые средства;

обоснование выбора метода диагностики, на основе которого создаются средства, выбор принципиальных решений, принятых в проекте;

ожидаемое изменение технико-экономических показателей, для которых разрабатываются средства диагностики, сокращение простоев, снижение затрат на ремонт и обслуживание, сокращение численности ремонтного персонала и др.

***Содержание раздела дипломной работы исследовательского характера:***

обоснование и исходные данные для разработки темы;

обзор и анализ современного состояния научно-технической проблемы по данным литературных источников и отчетов научно-исследовательских работ кафедры;

актуальность и новизна работы, связь её с другими научно-исследовательскими работами;

выбор направления теоретических и экспериментальных исследований.

### **1.3. Технологическое обоснование квалификационной работы**

В разделе определяются основные технологические показатели и параметры производственных процессов и оборудования. Рассчитываются суточная и годовая производительность оборудования, цеха или предприятия в целом. Приводится характеристика сырья, полуфабрикатов, готовой продукции. Обосновываются принятые удельные расходы и общая потребность пара, энергии, воды, металла, трудозатрат и т.д. определяются участки технологического процесса, подлежащие механизации и автоматизации.



Технологическое обоснование проекта производится с целью подтверждения технической возможности создания или модернизации машины, организации технического обслуживания, ремонта и диагностики оборудования.

Этот раздел для различных групп дипломных проектов принципиально отличается.

***Содержание раздела новых и модернизации существующих машин и оборудования:***

технологическое назначение проектируемой или модернизируемой машины, часовая и годовая её производительность. В том случае, когда производительность проектируемой машины не определена в задании на дипломный проект, она определяется по производительности технологического потока, определяемой производительностью ведущего оборудования технологического процесса. К такому оборудованию относятся бумагоделательные машины, варочные установки;

характеристика готовой продукции, вырабатываемой на проектируемом или модернизируемом оборудовании, а также сырья, полуфабрикатов, химикатов. Требования к ним стандартов и технических условий;

описание технологической схемы модернизируемой машины и её критический анализ;

расчет зависимости от типа разрабатываемого оборудования, баланса химикатов, сырья, воды и других материалов, технологических режимов работы оборудования: скорости волокнистой суспензии в массопроводах, давления в захватах валов, каландров, давления и температуры в варочной установке; параметров оборудования, обеспечивающих заданный технологический режим, например, количество сушильных цилиндров и давления пара в них, тип, количество обезвоживающих элементов формирующих частей и т.п.;

разработка технологической схемы нового или модернизируемого оборудования, а в ряде случаев схемы основного технологического потока, в котором работает оборудование. В выводах по разделу отражаются требования к разрабатываемому или модернизируемому оборудованию, обеспечивающему технологический процесс.

***Технологическое обоснование проектов механизации трудоёмких процессов*** заключается в расчете производительности проектируемого оборудования и всей линии в расчете требуемой грузоподъемности средств механизации, скорости транспортировки грузов и т.д.

Указанные расчеты допускается оформлять в разделе «Технико-экономическое обоснование проекта». В этом случае раздел «Технологическое обоснование проекта» исключается.

***Содержание раздела в проектах организации технического обслуживания и ремонта технологического оборудования:***

разработка мероприятий по совершенствованию организации ремонта оборудования на предприятии, по повышению эксплуатационной надежности узлов и деталей оборудования;

разработка плана-графика ППР основного технологического оборудования;

организация смазочного хозяйства;

расчёт потребных материалов и запасных частей на ремонт;

разработка маршрутных карт ремонта (МКР), нормативно-технологических карт по изготовлению запасных частей, технологических карт по восстановлению изношенных деталей (ТКВД);

реконструкция (организация) РМЗ, РМЦ, цеха централизованного ремонта (ЦЦР).

***Содержание раздела проектов новых и реконструкции существующих ремонтно-механических заводов (цехов):***

определение программы и трудоёмкости ремонтных работ;

описание предлагаемой схемы производственного процесса ремонта;

организация производства и распределение трудоёмкости ремонтных работ;

расчет потребного количества производственных, вспомогательных рабочих и административно-технического персонала;

расчет потребного количества оборудования, распределения его по типам, составление ведомости для каждого цеха и участка;

планировка РМЗ, РМЦ;

расчет площадей и отделений, складских помещений.

***Содержание раздела проектов монтажа технологического оборудования:***

мероприятия по организационно-технической подготовке производства монтажных работ с описанием монтажной площадки, включающие расчет площадей под монтажные механизмы, открытые склады и навесы для хранения оборудования, закрытые склады, эстакады для разгрузки тяжелого оборудования, ведомости-заявки на потребные для монтажа механизмы, оборудование, инструмент и др.;

план производства работ и загрузки монтажных механизмов;

технология выполнения монтажных работ, в которой разрабатывается технологический процесс и сетевой график карт монтажа;

обкатка и испытание оборудования после монтажа.

***В проектах организации контроля и анализа (диагностики) технического состояния оборудования*** решаются следующие вопросы:

разработка мероприятий по совершенствованию технического обслуживания и ремонта, по повышению эксплуатационной надёжности оборудования на основе контроля и анализа технического состояния;

разработка плана-графика технического обслуживания и ремонта с указанием периодичности диагностирования;

выбор средств диагностирования;

структура, расчет штата, функциональные обязанности штатных сотрудников службы контроля и анализа технического состояния оборудования;

расчет количества единиц диагностического оборудования;

организация работы службы контроля и анализа технического состояния оборудования;

разработка маршрутных карт диагностики оборудования;

структура и содержание информационной системы контроля и анализа технического состояния оборудования.

Допускается рассматривать в проектах изложенный материал в двух разделах.

***В проектах исследовательского характера технологический раздел*** не приводится или приводится в сокращенном виде в тех случаях, когда выполняемое исследование может оказать непосредственное влияние на технологический процесс получения продукции. Технологический раздел в данном случае должен включать требования к выпускаемой продукции и краткое описание технологической схемы с указанием преимуществ, которые может дать выполняемое исследование.

#### **1.4. Конструирование машины, устройства, приспособления**

Конструктивный раздел по объёму и значимости в большинстве ВКР является основным и составляет для проектов новых и модернизации существующих машин и оборудования, для проектов механизации трудоёмких процесс не менее 60...70 % объёма проекта. Для проектов, связанных с техническим обслуживанием, ремонтом и диагностикой оборудования – 30...50 %.

Графическая часть конструкторского раздела состоит из чертежей общего вида машины, установки, устройства приспособления; сборочных единиц и деталей, из схем, спецификаций, ведомости спецификаций.

Содержание раздела РПЗ:

характеристика и описание конструкции машины и её составной части, установки, приспособления;

постановка задачи конструктивного расчета, расчетная модель, обоснование методов расчета;

расчеты, выводы по результатам расчета.

Описание расчета должно сопровождаться схемами, рисунками, эскизами таким образом, чтобы была ясна конструкция машины, установок без обращения к чертежам.

При выборе расчетной модели рассматриваются рабочие нагрузки, действующие на элементы машины, обосновываются критерии, которые учитываются при расчете на прочность, жесткость, виброустойчивость, потерю устойчивости сечения, формы и др. При выборе методов расчета

выявляется наличие нормативных методов расчета, например, методов расчета по правилам Госгортехнадзора, стандартных методов, использование которых является обязательным.

Конструктивные расчеты любого элемента машины должны иметь следующие чётко выраженные составные части:

постановка задачи и данные для расчета (с указанием, что требуется определить при расчете), расчет и заключение к расчету.

Конструктивные расчеты поясняются эскизами, схемами, дающими ясное представление о схеме расчета и рассчитываемой детали, узла или части машины. Оформление расчетов должно производиться в соответствии с методическими указаниями [1].

Все эмпирические и редко встречающиеся формулы должны иметь ссылки на литературные источники. Принятые в расчетах опытные коэффициенты, величины и параметры должны быть обоснованы.

В выводах по результатам расчета отмечается соответствие параметров расчетных элементов принятым критериям.

Поскольку проект конструкции в ВКР отличается от реального проекта машины ограниченным объёмом, расчет проектируемой также производится в ограниченном объёме. Рассчитываются по укрупненным показателя основные элементы, характеризующие машину, например, валы бумагоделательных машин, и производится подробный расчет всех специфицируемых в проекте деталей сборочных единиц.

### **1.5. Технические условия изготовления или восстановления детали, сборки изделия, монтажа машины**

В зависимости от темы проекта и задания разрабатывается один из следующих технологических процессов: изготовление или восстановление детали, сборки изделия, монтажа машины и её составной части.

Технологический процесс изготовления разрабатывается для детали, на которую в проекте имеется рабочий чертеж. Рекомендуется разрабатывать технологический процесс изготовления детали, требующей для обработки разнородных операций: токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных, термической обработки и др.

Технологический процесс изготовления детали оформляется по технологической документации установленной формы. В РПЗ должны быть отражены следующие вопросы:

- краткое описание детали и требований, предъявляемых к ней;
- выбор типа производства;
- анализ технологичности конструкции детали;
- обоснование выбранной заготовки с кратким описанием метода её получения;

описание особенностей принятого технологического процесса изготовления детали (не следует повторять описание технологического процесса, приведенного в технологической документации);

выбор промежуточных и общих припусков на обработку;

выбор технологического оборудования и оснастки;

назначение режимов обработки;

техническое нормирование технологического процесса.

Технологический процесс сборки разрабатывается для всей машины небольшой сложности, например, мельниц, дефибреров, суперкаландров или отдельных сборочных единиц сложной машины.

Графическая часть раздела выполняется в виде технологической схемы сборки.

В РПЗ отражаются следующие вопросы:

краткое описание машины или сборочной единицы и требований, предъявляемых к ней;

выбор типа производства;

анализ технологичности конструкции машины или сборочной единицы;

описание особенностей выбранного технологического процесса сборки (не следует повторять описание технологического процесса, приведенного в технологической документации);

выбор технологического оборудования и оснастки;

назначение технологического режима выполнения операций;

нормирование технологического процесса.

В отдельных проектах в разделе допускается разработка технологического процесса балансировки валов и роторов.

В разделе «Монтаж машины и её составных частей» приводятся сведения по сборке ответственных составных частей машины или установки, пути обеспечения необходимой точности сборки и надежности работы оборудования с заданными технико-экономическими показателями; описываются мероприятия по организации монтажа; разрабатывается технологический процесс монтажных работ, где показывается последовательность монтажа, даются рекомендации по установке, выверке, центровке оборудования и его составных частей. ВКР с углублённой проработкой вопросов организации монтажных работ необходим сетевой график монтажа. Проект производства работ, например, по монтажу бумагоделательной машины содержит:

сведения о машине и вспомогательном оборудовании, об организации монтажной площадки, участка или укрупнительной и стендовой сборки оборудования;

материалы о предмонтажной ревизии и об укрупнительной и стендовой сборке составных частей;

сведения о технологии монтажа машины, фундаментных плит, напорного ящика, сеточной части, прессовой части, сушильной части, каландра,

наката, привода машины, колпака сушильной части, системы централизованной смазки, паропровода, вспомогательного оборудования, трубопроводов;

ведомости трудозатрат и специнструмента;

графики подготовительных работ;

техническую характеристику и описание конструкции монтируемой машины и её составных частей. Особенности машины как объекта монтажа (габариты, масса монтируемых составных частей, вид поставки и др.);

выбор способа и обоснование технологии: тип и определение количества необходимых грузоподъёмных схем установки монтируемого оборудования в проектное положение с описанием расположения монтажных устройств, подачи оборудования в зону, последовательности монтажа, способ сборки блоков.

## **1.6. Эксплуатация проектируемой (модернизируемой) машины или её составной части**

Эксплуатация оборудования – это совокупность всех стадий его существования с момента взятия на балансовый учёт предприятия и до списания, включая периоды использования по назначению, все виды обслуживания и ремонта, а также хранения и транспортирования.

Раздел «Эксплуатация оборудования» включается во все ВКР новых и модернизируемых машин. В проекте производственно-технического и организационно-технического характера вопросы эксплуатации разрабатываемого в конструктивном разделе устройства излагаются в виде подраздела «Эксплуатация устройства».

В проектах, основным содержанием которых являются те или иные аспекты эксплуатации машин, например, в проектах организации технического обслуживания и ремонта машин и оборудования предприятия, цеха, участка, отдельных машин; в проектах диагностики или системы смазки, раздел «Эксплуатация оборудования» не предусматривается.

В разделе рассматривается комплекс вопросов, определяющих организацию и порядок проведения работ техническому и технологическому обслуживанию и ремонту оборудования. В разделе даются постановка задачи и основные показатели надежности, техническое обслуживание и организация ремонта, смазка и диагностика машин.

В разделе приводятся:

общие сведения о машине и месте её эксплуатации, информация о надёжности машины, которая должна быть достоверной, полной, систематической и относиться к определенному типоразмеру машины, эксплуатируемой в конкретных условиях; сведения о режимах работы;

коэффициент использования по времени в течение года;

общая информация об отказах (включая профилактические замены изношенных элементов): наработка к моменту отказа, характеристика отказавших элементов, характер отказа (полный, частичный, внезапный, постепенный, усталостная трещина, разрегулирование и др.), способ ремонта (без замены или с заменой элемента), причины отказа, время и трудоёмкость восстановления, стоимость ремонта; информация по типовым отказам; методы снижения скорости изнашивания; технологические способы упрочнения деталей.

### **Техническое обслуживание машин**

Основные определения и понятия, содержание технического обслуживания, текущее планирование и подготовка работ по обслуживанию. Периодичность продолжительности и трудозатраты операций технического обслуживания.

Материальное обеспечение операций технического обслуживания. Учет состояния оборудования и работ по техническому обслуживанию.

Инструкция по техническому обслуживанию основных рабочих единиц, рекомендации по использованию специальных устройств и приспособлений и другие необходимые данные.

### **Организация ремонта машин**

Структура ремонтного цикла. Периодичность текущих и капитальных ремонтов, график ППР.

Содержание работ текущего ремонта, трудозатраты.

Периодичность работ капитального ремонта, трудозатраты. Список узлов и деталей, подлежащих замене при капитальном и малом капитальном ремонтах.

Характеристика основных средств механизации, требования к ним с учетом снижения затрат труда при ремонте.

Подготовка и сдача машины в ремонт, содержание работ по подготовке к ремонту в период останова. Документация, составляемая для проведения ремонта: ведомость работ текущего ремонта, ведомость дефектов, сметно-финансовый расчет, план организации работ и сетевой график. Форма документации в соответствии с требованиями системы технического обслуживания и ремонта СТОИР [7].

### **Смазка машин**

Назначение смазывания и виды смазочных материалов. Выбор смазочных материалов и режимов смазывания для узлов трения. Техническая документация на смазывание. Техника смазывания и смазочное хозяйство.

Диагностика технического состояния.

Структурные параметры технического состояния сборочных единиц машины.

Обоснование методов диагностики машины.

## 1.7. Безопасность и экологичность проекта

В разделе рассматриваются вопросы охраны труда и окружающей среды. Подраздел «Охрана труда» включает организационное, санитарно-техническое обеспечение безопасности: электробезопасность и пожарную профилактику.

В подразделе «Охрана окружающей среды» представляются данные по охране атмосферного воздуха от загрязнений, охране поверхностных вод от загрязнения сточными водами и по защите от шума.

### Организационное обеспечение безопасности

На предприятиях ЦБП безопасность обеспечивается соблюдением Положения о службе охраны труда. Положение регламентирует обязанности и права служб охраны труда в вопросах организации работы по охране труда всех подразделений и должностных лиц. На основе конструктивных материалов в проекте должен быть определен состав цеховой службы охраны труда, её место в общезаводской структуре.

Проектный вариант организационной структуры службы охраны труда следует сопоставить с существующей структурой на предприятии. Это необходимо для учета специфики производства и исключения имевших место производственных травм, профессиональных заболеваний, а также для улучшения условий труда.

### Санитарно-техническое обеспечение безопасности

В проектах должны отражаться вопросы, связанные с обеспечением надлежащей санитарно-гигиенической обстановки. Сюда относятся вопросы температурно-влажностного комфорта и осветительного режима, загрязнения окружающей среды, отопления и вентиляции, а также устройство санитарно-бытовых помещений. Особо важное значение уделяется проблемам снижения шума и вибрации. К вопросам санитарно-гигиенического плана можно отнести также эргономические мероприятия, которые особо актуальны в проектах автоматических линий и аппаратов.

### Конструктивно-технологическое обеспечение безопасности

Безопасные условия труда обеспечиваются соблюдением норм безопасности при проектировании предприятий и цехов, при конструировании машин и оборудования.

Машины, оборудование и инструмент, при проектировании которых не соблюдались нормативы безопасности, представляют собой потенциальные источники производственного травматизма. Поэтому в проектах должно найтись отражение обеспечения безопасности при разработке конструкции машин или их модернизации, при проектировании технологических процессов изготовления, монтажа, ремонта и технического обслуживания.

Эффективное обеспечение безопасности должно достигаться путём создания не техники безопасности, а безопасной техники и технологии.



Поэтому на основе габаритно-планировочных и конструктивных нормативов в разделе должны быть описаны, представлены схемами, а в ряде случаев обоснованы расчетами принятые в проекте конструкции методы обработки и изготовления. Применительно к проектам цехов или участков изложение должно касаться обоснования безопасности габаритно-планировочных решений и технологических режимов.

В проектах конструктивного и исследовательского характера обосновывается параметрическая и конструкторская безопасность. Применительно к конструкциям конкретных машин обоснование должно производиться с привязкой к функциональным элементам и узлам машины: станине, двигателям, передаточным и исполнительным механизмам, органам управления, пусковым и тормозным, оградительным и предохранительным устройствам, блокировке, сигнализации, цветовой опознавательной окраске частей машины.

Проектируемое оборудование должно удовлетворять требованиям безопасности его обслуживания, регламентируемым ГОСТ 251-52 (СТ СЭВ 1854-79) «Машины для целлюлозно-бумажной промышленности».

### **Электробезопасность**

Все виды работ с устройством и эксплуатацией электроустановок должны выполняться с соблюдением установленных правил устройства электрооборудования (ПЭУ).

С учетом тематики ВКР вопросы электробезопасности должны быть изложены по следующей схеме:

- выбор необходимого электрооборудования;
- обоснование и расчет устройств, исключающих поражение электрическим током обслуживающего персонала.

Учитывая, что в проектах по ремонту и монтажу оборудования предусматриваются работы, связанные с отключением и подключением станков и агрегатов, в разделе должны быть изложены мероприятия, исключающие при этом возможное поражение электрическим током. При наличии в цехе специальных электроустановок должны быть приложены к разделу правила по обеспечению их электробезопасности.

В разделе следует отразить мероприятия по борьбе со статическим и атмосферным электричеством. Обосновать тип молниезащиты и мест установки молниеприемников, рассчитать величину зоны молниезащиты.

### **Пожарная профилактика**

В проектируемых цехах и участках должны быть предусмотрены пожарные мероприятия. Их выбор зависит от степени огнестойкости здания, пожарной опасности, направления силы господствующих ветров и др. Профилактические мероприятия следует излагать в такой последовательности: организационные, эксплуатационные и режимные мероприятия.

### **Охрана атмосферного воздуха от загрязнений**

В этом подразделе приводятся следующие сведения:

- месторасположение площадки и рельефно-климатическая характеристика местности;

существующий уровень загрязнения атмосферы;  
 перечень контролируемых ингредиентов, количество и размещение пунктов отбора проб воздуха, периодичность отбора проб;  
 причины, обусловившие повышение загрязнения атмосферы, если оно имеет место;  
 соображения о степени влияния предприятия на существующий уровень загрязнения атмосферы в зоне жилой застройки;  
 вывод о необходимости разработки в проекте мероприятий по защите атмосферы.

Источники загрязнения атмосферы:  
 перечень производств и объектов предприятия – источников загрязнения атмосферы (таблица 1.1);

Таблица 1.1 – Характеристика источников выбросов вредных веществ в атмосферу (исходные данные для расчета концентраций вредных веществ в приземном слое)

Номер источника выбросов	Наименование производства, источников выделения вредных веществ	Наименование вредных веществ	Расход выбросов весовой $M$ , г/с	Высота трубы	Температура выбросов $T_z$ , °C	Выход газовоздушной смеси объемный, $m^3/c$
1	2	3	4	5	6	7

перечень вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, значения их максимально-разовых ПДК;

комбинации вредных веществ с суммирующим действием; количественная характеристика выбросов.

Краткая характеристика технологии отдельных производств предприятия:  
 описание технологических процессов с точки зрения образования и выделения вредных веществ;

основные факторы, влияющие на состав и количество образования и выделения вредных веществ;

характеристика и обоснование решений по технологии производства в части уменьшения образования и выделения вредных веществ, сравнение их с передовыми техническими решениями отечественной и зарубежной практики.

Мероприятия общезаводского характера по защите атмосферы:

мероприятия планировочного характера, факторы, влияющие на уменьшение воздействия выбросов предприятия на жилые районы (удаленность, благоприятность взаиморасположения предприятия и жилых массивов в связи с господствующими направлениями ветра, форма площадки и размещение на ней объектов предприятия, таким образом, что при направлении ветра на город их дымовые факелы не складываются или складываются, но лишь частично);

мероприятия по сокращению неорганизованных выбросов, например, устройства укрытий пылегазовыделяющего оборудования, применение герметически закрытого оборудования;

мероприятия по улучшению условий рассеивания выбросов, сведения по объединению источников выбросов и установке высоких труб;

мероприятия по очистке и обезвреживанию вредных выбросов по отдельным производствам и источникам выбросов;

общий анализ работы существующих газоочистительных установок, мероприятия по улучшению их работы или замены;

характеристика мероприятий по улавливанию и обезвреживанию вредных веществ.

### **Охрана поверхностных вод от загрязнения сточными водами**

Краткая характеристика климатических условий и гидрогеологической обстановки водного объекта.

Технологические мероприятия по сокращению водопотребления и сброса загрязнений со сточными водами:

перечень решений по сокращению расходов свежей воды, уменьшение количества и загрязненности сточных вод, по очистке избыточных и оборотных вод, по утилизации уловленного волокна, наполнителей и т.п.;

краткое описание существующих и принимаемых в проекте внутрицеховых систем оборотного и последовательного использования воды;

оценка эффективности перечисленных проектных решений и сравнение их с передовым отечественным и зарубежным опытом.

Система водоснабжения и канализации. Краткое описание существующих и проектируемых систем водоснабжения, подготовки, канализации и очистных сооружений с указанием их технического состояния, а также количественных и качественных характеристик сточных вод по отдельным потокам.

Обработка и утилизация твердых отходов и осадков - краткое описание существующих и обоснование новых технических решений по утилизации, складированию или удалению твердых отходов (коры, волокнистых материалов, золы, шлака, каустических шламов, осадков, образующихся при водоподготовке и очистке сточных вод т.п.).

Технико-экономические показатели мероприятий по охране водных ресурсов:

новые технические решения по сокращению водопотребления и сброса загрязнений;

оценка полученных технико-экономических показателей и сравнение их с передовыми аналогами;

данные по уменьшению массы годового сброса загрязнений по основным контролируемым параметрам;

достаточность и соответствие проектных решений современному состоянию науки и техники, требований комплексной переработки сырья,

рационального использования природных ресурсов и сокращению отходов производства.

### **Мероприятия по защите от шума и вибрации**

Краткая характеристика технологических процессов, строительных решений и компоновочно-конструктивные мероприятия по снижению уровней шума в цехе, на участке;

результаты акустических расчетов по определению уровней шума проектируемой (модернизируемой, обслуживаемой) машины и сравнение их с нормативными величинами, на основании чего делается заключение о необходимости дополнительных мероприятий по защите от шума;

мероприятий по защите от шума, их эффективность по снижению уровней шума до нормативных;

источники виброактивности машины и мероприятия по её снижению, расчет вибрации рабочих мест.

## **1.8. Экономическая эффективность проектных решений**

В разделе определяется экономическая эффективность принятых в проекте решений и обосновывается их практическая целесообразность, поэтому все экономические расчеты производятся после разработки технических разделов, исходя из их содержания в соответствии с методикой расчета эффективности капитальных вложений.

Расчет экономической эффективности производится сопоставлением экономических показателей по двум вариантам: базовому и проектируемому. Базовым вариантом, в зависимости от темы проекта, может быть аналогичная единица оборудования, действующая производственная линия, технологический поток, цех, формы организации ремонтного производства, применяемая технология монтажа и т.д.

В экономической части выполняется оценка:

капитальных вложений по вариантам;

изменение объема производства продукции (объема работ) в результате реализации проектных решений;

изменение текущих затрат (себестоимости) по статьям;

показателей эффективности проектных решений;

составление сопоставимой таблицы технико-экономических показателей по вариантам.

При сопоставлении вариантов сравниваются капитальные вложения и текущие затраты (себестоимость). По базовому варианту капитальные вложения принимаются равными стоимости основных фондов. По проектируемому варианту сумма капитальных вложений учитывает стоимость вновь устанавливаемых узлов, единиц оборудования, затраты на демонтаж заменяемых узлов и оборудования, затраты на монтаж вновь устанавливаемого оборудования, узлов, потоков, затраты на транспортировку, проектирование и т.д.

Учет изменения объёма производства продукции (производственной мощности) производится исходя из изменившихся в результате проектных решений технических параметров оборудования, потока, линии (часовой производительности) и эффективного фонда времени работы оборудования. При выполнении проектов на темы «Совершенствование ремонтного производства», «Монтаж технологического оборудования» проводится обоснование снижения объема работ.

Учет изменения себестоимости производится по следующим статьям:

сырье и материалы;

энергоресурсы;

заработная плата с начислениями;

износ основных средств;

затраты на ремонт и обслуживание оборудования;

прочие производственные и хозяйственные расходы.

Для обоснования экономической целесообразности проектных решений оценивают следующие экономические показатели:

годовая экономия;

прирост прибыли в результате изменения объёма производства и повышения качества продукции;

годовой эффект;

срок окупаемости капитальных вложений на внедрение проектных решений и т.д.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Общие положения

РПЗ квалификационной работы является основным документом, в котором излагаются исчерпывающие сведения о выполненной работе.

РПЗ должна быть напечатана на одной стороне листа формата А4 (210x297 мм) через полтора межстрочных интервала шрифтом 14 пунктов.

Расстояние от рамки формы до границ текста в начала строк не менее 5 мм, в конце строк - не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строк текста до верхней или нижней рамки формы должно быть не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 12,5 мм.

Текст РПЗ должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них. В РПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

***В тексте РПЗ не допускается:***

применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;

сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы;

применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии;

использовать в тексте математический знак минус (–) перед отрицательным значением величин. Вместо математического знака (–) следует писать слово «минус»;

употреблять математические знаки без цифр, например,  $\leq$  (меньше или равно),  $\geq$  (больше или равно), а также знаки № (номер), % (процент);

применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТП) без регистрационного номера.

Условные буквенные обозначения физических величин следует выражать в соответствии с требованиями приложения 1. Перед обозначением параметра дают его пояснение, например, «временное сопротивление разрыву»  $\sigma_6$ .

Числовые значения величин в тексте должны указываться с необходимой степенью точности в соответствии с разделом 5. В тексте РПЗ числа с размерностью следует писать цифрами, а без размерности - словами, например, «зазор - не более 2 мм», «катушку пропитать два раза».

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах РПЗ должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например, 1,5; 1,75; 2 м.

РПЗ присваивают номер документа в соответствии с разделом 3 и приложением 2, например, КБМ.П.00 РПЗ, УЗ.248.00 РПЗ.

## 2.2. Рубрикация расчетно-пояснительной записки

Текст РПЗ должен быть разбит на разделы и подразделы.

Разделы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах всей РПЗ.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела также должна ставиться точка. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта. Содержащиеся в тексте пункта или подпункта перечисления требований, указаний, положений обозначают арабскими цифрами со скобками, например, 1), 2), 3),... Каждый пункт и подпункт записывают с абзаца.

Разделы, подразделы, а иногда и пункты должны иметь заголовки. Подпункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов, пунктов.

Заголовки разделов записывают симметрично тексту прописными буквами. Заголовки подразделов и пунктов записывают с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной).

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовками и текстом должно быть 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 10 мм. **Подчеркивать заголовки не допускается.**

Страницы РПЗ нумеруются арабскими цифрами по порядку без пропусков и повторений. Нумерация разделов производится в пределах

каждого раздела РПЗ в соответствующей графе основной надписи, а в пределах папки РПЗ – в правом верхнем углу. Титульный лист ВКР является первым листом, включается в общую нумерацию и оформляется согласно форме 1 (приложение 3). Листы, следующие за титульным листом, оформляются по формам 2, 3 и 4 (приложение 3).

Каждый раздел РПЗ начинается с нового листа (страницы), выполненного на формате А4 с основной надписью по форме (приложение 4, рисунок П.4.1), последующие листы оформляются по форме (приложение 4, рисунок П.4.2).

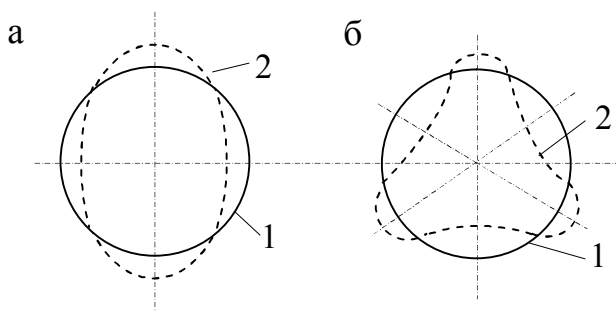
### 2.3. Оформление иллюстраций

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Все иллюстрации, если их в РПЗ более одной, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например, Рисунок 1.1. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 - Детали прибора.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

Пример оформления иллюстрации приведен на рисунке 2.1.



а – деформация оболочки с двумя волнами; б – то же с тремя волнами;  
1 – первоначальная форма; 2 – искаженная форма

Рисунок 2.1 – Искажение формы поперечного сечения оболочки под действием наружного давления

Если в тексте РПЗ есть ссылки на составные части изделия, то на иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке за исключением повторяющихся позиций.



При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и другие) их обозначают прописными буквами русского алфавита. Другие обозначения проставляют буквами латинского алфавита.

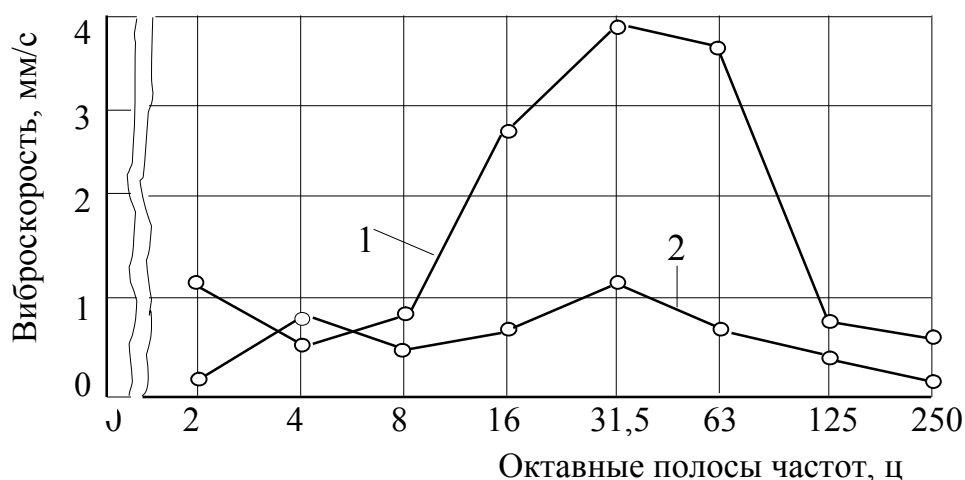
При построении диаграмм (графиков функциональной зависимости) значения независимой переменной откладываются на оси абсцисс, переменной величины – по оси ординат.

Шкалы осей координат могут быть равномерными и функциональными, масштабы одинаковыми и разными для каждого направления координат.

Допускается на одной диаграмме изображать несколько функциональных зависимостей. Символы и номера у линий должны быть разъяснены на свободном поле диаграммы, под диаграммой или в тексте.

Оси шкал и оси координат следует выполнять сплошной основной линией толщиной  $S$ , линии координатной сетки и делительные штрихи – сплошной тонкой линией толщиной  $S/2$ . Изображение функциональной зависимости выполняется линией толщиной  $2S$ .

Образец оформления диаграмм приведен на рисунке 2.2.



1 – верхняя горловина; 2 – фундамент

Рисунок 2.2 – Графики виброскорости варочного котла в режиме выдувки целлюлозы

## 2.4. Построение таблиц

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц.

Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. **Название таблицы** следует помещать над таблицей слева, **без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.**

При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в РПЗ. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер ее указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1». При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью.

Пример оформления таблицы приведен ниже.

Таблица 4.1 – Производительность сортировок УЗ-12 по воздушно-сухому волокну, т/сут

Вид массы	Концентрация, %	Диаметр отверстий, мм			
		1,6	1,8	2,0	2,2
1. Беленая целлюлоза	0,1	15	15	15	20
2. Масса для газетной бумаги	1,1	75	80	90	95

Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, то его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица П.1», если она приведена в приложении 1.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

## 2.5. Формулы и уравнения

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, приведенные в приложении 1.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. **В формулах между символами знак умножения (точку) не ставят.** Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не уместится в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «х».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы, если их в РПЗ более одной, нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенные точкой, Номер указывают в крайнем правом положении на строке на уровне формулы в круглых скобках. Одну формулу обозначают - (1). Допускается нумерация формул в пределах всей РПЗ.

Например, центробежная сила  $F_u$ , Н:

$$F_u = \frac{m V_o^2}{r}, \quad (2.1)$$

где  $m$  – масса груза, кг;

$V_0$  – скорость движения центра масс, м/с;

$r$  – радиус вращения, м.

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (П.1). Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ...в формуле (2.1).

Подстановка цифровых значений в формулу производится непосредственно после приведения формулы в тексте в том же виде и последовательности, в какой они записаны в формуле. Сразу после подстановки цифровых значений приводится ответ, исключая все промежуточные вычисления и преобразования. Количество действующих знаков в ответе должно соответствовать требуемой точности расчета (см. раздел 5).

Расчет деталей, узлов машин, установок, стендов должен содержать:  
заголовок с указанием, какую деталь рассчитывают и на какой вид работоспособности (прочность, жесткость, устойчивость);  
расчетную схему с указанием сил, эпюр, моментов и всех размеров, используемых в расчете;  
наименование выбранного материала с указанием его термической обработки и характеристик механических свойств;  
допускаемые напряжения с указанием использованной литературы;  
расчет и заключение по результатам расчета.

## 2.6. Примечания

Слово «Примечание» следует печатать с прописной буквы с абзаца и не подчеркивать.

Примечания приводят в документах, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания не должны содержать требований.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки.

Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примечание – \_\_\_\_\_

---

Несколько примечаний нумеруются по порядку арабскими цифрами.

Примечания

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует указывать сокращенное слово «смотри», например, «см. таблицу 1.3».

Ссылки в тексте на источники приводят, указывая в квадратных скобках порядковый номер, под которым они значатся в списке источников, номер тома (для многотомных «зданий») и, в необходимых случаях, страницы, например, [18, т.1, с.75].

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта в списке использованных источников.

При необходимости сделать ссылки на стандарты, технические условия, инструкции и другие подобные документы ссылаются на документ в целом или на его разделы с указанием обозначения и наименования документа, номера и наименование раздела.

## **2.7. Список литературы**

В список литературы включают все использованные источники. Источники следует располагать в порядке появления на них ссылок в тексте РПЗ, нумеровать арабскими цифрами и печатать с абзачного отступа. Сведения об источниках необходимо давать в соответствии с требованиями, изложенными в приложении 5.

## **2.8. Приложения**

Приложения оформляют как продолжение РПЗ на последующих ее страницах и включают в содержание. Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу первого листа слова «Приложение» и иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Если в РПЗ более одного приложения их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например, Приложение I, Приложение 2 и т.д.

Текст каждого приложения может быть разделен на подразделы и пункты, нумеруемые арабскими цифрами в пределах каждого приложения, перед которыми ставится буква «П», например, П.1.2 (второй подраздел первого приложения).

Рисунки, таблицы и формулы, помещаемые в приложении, нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например, «Рисунок П.1.1.» (первый рисунок первого приложения); «Табл. П.1.1» (первая таблица первого приложения).

## **2.9. Стандартные обозначения и единицы измерения физических величин**

В курсовых и ВКР при выборе обозначений и единиц измерения физических величин следует руководствоваться ГОСТ 8.417-81 «Единицы физических величин», а также международным стандартом ИСО 31 «Величины и единицы механики».

Рекомендуемые обозначения и единицы физических величин, наиболее часто используемых в проектах, и множители кратных и дольных единиц приведены в приложении 2. Разрешается применять в проектах десятичные кратные и дольные единицы Си, например, километр, миллиграмм, микрометр.

Выбор десятичной кратной или дольной единицы от единицы СИ обосновывается удобством ее применения. Как правило, выбираются единицы, приводящие к числовым значениям величин, применяемым на практике. Рекомендуются кратные и дольные единицы выбирать таким образом, чтобы значения величины находились в диапазоне от 0,1 до 1000. В некоторых случаях целесообразно применять одну и ту же кратную или дольную единицу, даже если числовые значения выходят за указанные пределы, например, в таблицах числовых значений для одной величины или при сопоставлении этих значений в одном тексте.

В некоторых отраслях всегда используется одна и та же кратная или дольная единица. Например, в чертежах, применяемых в машиностроении, линейные размеры всегда выражаются в миллиметрах.

Если одна и та же физическая величина встречается несколько раз и каждую нужно выделить, то в обозначении вводят цифровые или буквенные индексы, например,  $F_{m1}$  – первая тангенсальная сила или  $F_u$  – сила инерции.

## 2.10. Защита выпускной работы

Выполненная и оформленная работа, подписанная автором и руководителем ВКР, с отзывом последнего передается на выпускающую кафедру для предварительного просмотра (кафедральной защиты).

К защите ВКР допускаются студенты, завершившие полный курс обучения по образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 150400 «Технологические машины и оборудование».

В результате просмотра (кафедральной защиты) ВКР принимается мотивированное заключение о допуске или недопуске студента к защите ВКР в государственной аттестационной комиссии (ГЭК). Допущенная к защите работа подписывается заведующим выпускающей кафедрой, заполняется направление на защиту (приложение 3, форма 3).

Сроки представления ВКР на кафедру и на защиту в ГЭК устанавливаются кафедрой ТМиОЦБП и своевременно доводятся до студента.

Защиты ВКР проводятся на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей её состава.

На доклад по теме выпускной работы студенту предоставляется не более 10 минут, после чего члены экзаменационной комиссии задают ему вопросы и зачитывается отзыв руководителя.

Для ответа на вопросы членов ГЭК и на замечания руководителя выпускной работы студенту предоставляется дополнительное время, после этого защита ВКР бакалавра считается законченной.

Результаты защит ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке паспорта квалификационной работы (приложение 3, форма 4), в котором указывается решение о присвоении студенту-выпускнику квалификации «бакалавр техники и технологии» по направлению «Технологические машины и оборудование».

На доклад при защите ВКР отводится 12-15 мин. Если вычесть время на пояснение содержания основных схем, чертежей и плакатов, то на изложение существа работы остается 10-12 мин. Практика показывает, что страница доклада, написанная через два интервала, может быть изложена в приемлемом тексте в течение примерно двух минут. Следовательно, объем доклада не должен превышать 6 страниц машинописного текста или 9-11 страниц рукописного текста.

Составление доклада – ответственная задача. Хорошо подготовленный доклад должен отражать основное содержание работы так, чтобы о существе и оригинальности ее можно было составить ясное представление. Если доклад затягивается, то у слушателей создается впечатление, что работа недостаточно конкретна, и существо её докладчик изложить не может. С другой стороны, если докладчик не использует полностью отведенное время, можно подумать, что работа выполнена в недостаточном объеме или докладчику нечего сказать по существу работы. Следовательно, время, отведенное на доклад, должно быть использовано полностью.

В начале доклада надо очень кратко (2-3 минуты) сказать о цели и задачах проекта и основных разработках, выполненных для их решения. Дальнейшее изложение доклада рекомендуется строить последовательно по отдельным главам, отмечая сущность рассматриваемых в них вопросов и делая необходимые выводы по каждой главе. Соответствующим образом должны быть развешены схемы, чертежи и таблицы.

Особое внимание следует уделить обоснованию новых практических результатов работы, применению ЭВМ. Необходимо также сказать о возможном технико-экономическом эффекте от внедрения проекта. Основные выводы по работе рекомендуется зачитывать.

В тексте доклада следует выделить пунктами все разделы дипломного проекта, а номера плакатов (схем, чертежей и таблиц) вынести на поля для того, чтобы в случае непредвиденной задержки можно было, взглянув на доклад, быстро сориентироваться – о чем уже сказано и что еще предстоит доложить.

Расположение и нумерации схем, чертежей и таблиц должны соответствовать плану доклада. Во время доклада студент, постепенно переходя от одной группы чертежей к другой, последовательно излагает содержание своей работы, пользуясь данными, приведенными в графической части.

Нередко бывает, что даже, составив хороший доклад, студент вследствие вполне понятного волнения плохо излагает его на защите: затягивает или чрезмерно спешит, вставляет много ненужных слов (значит, так сказать и т.п.), детально поясняет один чертеж из представленных в графической части. Во избежание этого и для приобретения уверенности в полноте доклада и правильности выбранного темпа изложения материала доклад целесообразно первоначально прорепетировать перед товарищами (но не читать). При этом следует пользоваться развешенными чертежами.

За 5-7 дней до защиты в ГЭК пробный доклад делается на заседании кафедры в присутствии товарищей и руководителя. Полученные замечания позволяют окончательно отредактировать доклад и внести, если потребуется, необходимые уточнения и изменения в графическую часть проекта. Для того, чтобы не перепутать схемы, чертежи и таблицы и облегчить возможность ссылок на них, в докладе рекомендуется в правом верхнем углу каждого чертежа прикреплять его порядковый номер.

Ответы на вопросы, задаваемые при защите проекта, имеют важное значение для оценки инженерной подготовки студента. Отвечать на вопросы следует по существу и лаконично, по возможности со ссылками на свои расчеты, графические разработки и литературные источники.

Подготовка доклада является последним этапом работы студента над проектом. Хорошо подготовленный и изложенный доклад, наряду с результатами защиты, способствует формированию объективного мнения у членов ГЭК и присутствующих на защите о достоинствах и недостатках ВКР.



### **3. ОСОБЕННОСТИ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ КАК КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ЕСКД**

#### **Виды изделий, разрабатываемых в квалификационных работах**

В квалификационной работе разрабатывается конструкторская документация на детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты. Детали относятся к неспецифицированным изделиям, не имеющим составных частей. Сборочные единицы, комплексы, комплекты состоят из двух и более составных частей.

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Сборочной единицей называется изделие, составные части которого соединяются между собой посредством разъемных и неразъемных соединений (редуктор, отсасывающий вал, муфта, сварные рамы и др.).

Комплексом называется два или более специфицированных изделия, не соединенных сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (например, бумагоделательные машины, линии упаковки бумаги). Комплект – это набор изделий, имеющих общее назначение вспомогательного характера, например комплект инструментов.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет конструкторские документы, составленные на все изделие в целом. Полный комплект состоит из основного комплекта и основных комплектов конструкторских документов на все составные части изделия.

В квалификационных работах допускается:

совмещать чертежи общего вида, сборочный, габаритный и монтажный. Совмещенному чертежу присваивается шифр сборочного (СБ);

совмещать пояснительную записку и расчет. Совмещенный конструкторский документ следует называть расчетно-пояснительной запиской (РПЗ). В состав РПЗ следует включать таблицы, технические условия, программу и методику испытаний;

составлять вместо ведомости технического проекта ведомость ВКР, которой присваивается шифр ВД.

Конструкторские документы в зависимости от их выполнения называются оригиналами, подлинниками, дубликатами или копиями. Защита ВКР производится, как правило, по оригиналам конструкторских документов.

#### **Виды конструкторских документов**

Конструктивная разработка изделия требует создания комплекта конструкторских документов, предусмотренных ЕСКД. В таблице 3.1. дается

перечень и определения конструкторских документов, разработка которых может потребоваться при выполнении ВКР.

Таблица 3.1 – Виды конструкторских документов

Вид документа	Код документа	Определение документа
1	2	3
Чертеж документа	-	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления
Сборочный чертеж	СБ	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для его сборки изготовления и контроля
Чертеж общего вида	ВО	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействия его составных частей и поясняющий принцип работы изделия
Габаритный чертеж	ГЧ	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами
Монтажный чертеж	МЧ	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его монтажа на месте применения. К монтажным чертежам также относятся чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия
Теоретический чертеж		Документ, определяющий геометрическую форму изделия и координаты составных частей
Схема		Документ, на котором показаны в виде условных изображений составные части изделия и связи между ними
Спецификация		Документ, определяющий состав сборочной единицы или комплекса
Ведомость спецификаций	ВС	Документ, содержащий перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости
Ведомость покупных изделий	ВП	Документ, содержащий перечень всех покупных изделий, применяемых в разрабатываемом изделии
Ведомость технического проекта	ПТ	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в технический проект
Пояснительная записка	ПЗ	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также основание принятых при его разработке технических, конструктивных и технико-экономических решений

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
Расчет	РР	Документ, содержащий расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность
Программа и методика испытаний	ПМ	Документ, содержащий технические данные, подлежащий проверке при испытании изделия, а также порядок и методы их контроля
Эксплуатационные документы		Документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации
Ремонтные документы		Документы, содержащие данные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях

При определении комплектности конструкторских документов на изделие различают основной конструкторский документ, основной комплект конструкторских документов, полный комплект конструкторских документов.

Основной конструкторский документ изделия полностью определяет данное изделие и его состав. Основным конструкторским документом для детали является чертеж детали, для сборочных единиц и комплексов - спецификация.

### **Стадии разработки конструкторской документации в квалификационных работах**

На изделия всех отраслей промышленности установлены единые стадии разработки конструкторской документации: разработка технического предложения, эскизного проекта, рабочего проекта, технической документации.

Техническое предложение содержит техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки документации, различных вариантов возможных решений изделия, существующих изделий подобного типа и патентных материалов. Техническое предложение после согласования и утверждения является основанием для разработки эскизного проекта или технического проекта.

Эскизный проект содержит принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры изделия. Состав эскизного проекта: рабочий проект общего вида, кинематическая схема, пояснительная записка, включающая техническую характеристику и описание конструкций и принципа действия изделия, расчеты технико-экономических показателей и основные технические расчеты. На основании эскизного проекта разрабатывается технический проект и рабочая документация.

Технический проект содержит окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве изделия, и исходные данные для разработки рабочей конструкторской документации.

**Состав технического проекта:** чертежи общего вида изделия и всех сборочных единиц, иногда чертежи деталей, различные схемы; ведомость покупных изделий;

пояснительная записка, включающая описание назначения и области применения изделия; обоснование и описание конструкторских решений, вопросы техники безопасности и производственной санитарии, расчет масштаба производства, эффективности внедрения, кинематические, прочностные и иные расчеты, ведомость технического проекта.

На основании технического проекта разрабатывается конструкторская документация.

Рабочая документация содержит совокупность конструкторских документов, необходимых для изготовления и испытания проектируемого изделия.

**Состав рабочей документации:**

чертежи сборочных единиц и деталей;  
спецификация и ведомости спецификации;  
кинематические, технологические, электрические и иные схемы;  
таблицы, проверочные расчеты всех сборочных единиц и деталей;  
технические условия на изготовление, приемку, упаковку и транспортировку изделия;  
ведомости покупных изделий;  
технический паспорт и инструкции по эксплуатации, техническому обслуживанию и монтажу с картой смазки;  
программа и методика испытаний.

Разработка рабочей документации изделий серийного и массового производства производится в несколько этапов:

разработка рабочей документации опытного образца;  
корректировка конструкторских документов по результатам испытаний;  
корректировка конструкторских документов для изготовления изделий установившегося серийного и массового производства.

Конструкторской документации, разработанной на стадиях технического предложения, эскизного и технического проектов присваиваются литеры, соответственно, «П» и «Э» и «Т». Рабочей документации опытного образца и изделий установившегося серийного и массового производства – литеры, соответственно, «О», «А», а изделий индивидуального производства – литера «И».

В курсовых проектах и ВКР разрабатываются изделия индивидуального производства. Конструкторская документация выполняется на стадии технического проекта и только отдельные элементы выполняются на стадии разработки рабочей документации, но в сокращенном объеме.

На уровне «Технического предложения» выполняется технико-экономическое обоснование проекта и чертеж общего вида машины-комплекса, например бумагоделательной машины.

Стадия эскизного проекта опускается. На стадиях технического проекта и разработки рабочей документации выполняются чертежи сборочных единиц машины и её составной части, чертежи одной или нескольких специфицированных деталей, входящих в сборочные единицы, на которые разработаны чертежи.

## Требования к чертежам

Общие требования к чертежам вытекают из требований ЕСКД к различным видам конструкторских документов на разных стадиях разработки.

**Чертеж общего вида** представляет собой чертеж технического предложения или технического проекта, который в общем случае должен содержать изображение проектируемого изделия (виды, разрезы, сечения, выносимые элементы), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструкторского устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа действия, а также данные о составе изделия. На чертеже общего вида ставятся размеры: габаритные, установочные, определяющие взаимное расположение частей изделия, т.е. изделия, необходимые для сборки изделия в целом и для технико-экономической его характеристики.

**Сборочные чертежи** разрабатываются на основе чертежей общего вида. Сборочные чертежи предназначены для пояснения соединения деталей в отдельные сборочные единицы, соединений сборочных единиц и деталей в готовом изделии.

Сборочные чертежи должны содержать:

- изображения сборочной единицы, дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность осуществления сборки и контроля;

- указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.;

- номера позиций составных частей, входящих в сборочную единицу;

- основные характеристики сборочной единицы;

- габаритные размеры;

- установочные и присоединительные размеры, определяющие величины элементов, по которым сборочная единица устанавливается на место монтажа и присоединяется к другому изделию;

- технические условия на сборку и технические требования к готовой сборочной единице.

При выполнении сборочных чертежей следует иметь в виду, что количество и характер видов, разрезов, сечений определяются из условия

выявления по чертежу конструкции каждой специфицированной нестандартной детали и мест сопряжения каждого специфицированного изделия (специфицированных деталей и сборочных единиц).

**Чертеж детали** является техническим документом, определяющим форму, размеры, точность, материал, термообработку и другие сведения, необходимые для её изготовления и контроля.

Чертеж детали должен содержать минимальное число видов, разрезов и сечений, но достаточное для определения её формы и возможности постановки размеров. На чертеже детали указывают размеры, их предельные отклонения, отклонения формы, расположения, шероховатость поверхностей и другие параметры, которые она должна иметь перед сборкой, т.е. в результате окончательного процесса изготовления.

Для всех размеров, нанесенных на чертежах деталей, указываются предельные отклонения.

### **Особенности выполнения ремонтных чертежей и карт технического процесса восстановления деталей**

Ремонтные чертежи должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.602-2013. На ремонтных чертежах указывают номера дефектов, размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхности, вид термической обработки, твердость и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены в процессе восстановления и сборки изделия. Виды, разрезы и сечения на ремонтных чертежах изображают только те, которые необходимы для ремонта детали или сборочной единицы.

При разработке карты технологического процесса восстановления детали необходимо иметь ремонтный чертеж детали, ведомость дефектов, размеры изношенных поверхностей, характеристики технологического оборудования, нормативы времени и режим обработки.

По каждому из дефектов намечают последовательность операций восстановления. Операции должны сопровождаться эскизами, отражающими особенность процесса восстановления детали. На эскизах обозначают базы и места приложения усилий зажима.

Режущий инструмент изображают в конечном положении (в конце обработки). Рядом с инструментом стрелками указывают направление его движений. На карту наносят также технологические операции контроля (места контроля, технические условия, технологический эскиз).

### **Требования к выполнению планировок производственных помещений**

Планировка производственных помещений должна осуществляться в соответствии с требованиями технологии обслуживания и ремонта машин, установленных санитарных норм, техники безопасности и противопожарных

правил. Расположение основных и вспомогательных производственных помещений должно соответствовать функциональному их назначению.

Планировка цехов и отделений должна соответствовать техническим условиям планирования промышленных зданий, в которых даются нормативы, определяющие высоту и ширину пролетов цехов, ширину проездов и проходов и т.п.

При планировке производственных помещений необходимо обеспечить последовательность выполнения технологического процесса, располагая оборудование в таком порядке, чтобы избежать возвратных движений деталей и сборочных единиц; выдерживать размеры рабочих зон и проходов; по возможности не допускать перекрещивания потоков; обеспечить возможность создания необходимых условий для чистоты рабочих мест; предусмотреть лучшую освещенность в дневное время тех рабочих мест, на которых выполняются наиболее точные и сложные работы.

Планировка проектируемого объекта в зависимости от его габаритного размера должна выполняться в масштабах 1:10, 1:25, 1:100. на свободном поле чертежа планировки производственного помещения должны быть приведены обозначения.

### **Общие требования к схемам**

Кинематические схемы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-2011. В кинематических схемах следует проставлять на полках линий-выносок порядковые номера элементов схемы, начиная от источников движения. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы – арабскими цифрами. На свободном поле чертежа необходимо давать таблицу с указанием справочных данных.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба. Расположение чертежей изделия указывают приближенно.

Гидравлические, пневматические и электрические схемы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.704-2011. Элементы и устройства на схеме изображают в виде условных графических обозначений, которые приведены в ГОСТ 2.780-98, ГОСТ 2.781-96 и ГОСТ 2.782-96. Каждый элемент или устройство на схеме должны иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение. Буквенное обозначение должно представлять собой сокращенное наименование элемента, составленное из его начальных или характерных букв, например, клапан – К, дроссель – Д.

### **Обозначение конструкторских документов квалификационных работ**

Обозначение документов квалификационной работы следует составлять по следующей схеме:

индекс проекта;

индекс изделия (машины, установки, станда), ремонтного предприятия и другого проектируемого объекта;

номер совокупности сборочных единиц (группы);

номер сборочной единицы;

номер и шифр документа.

*Индекс изделия* устанавливается в соответствии с рекомендациями табл. 2 (приложение 1), а при отсутствии оборудования в табл. 2 - произвольно, например, для крана мостового – КМ, для станда диагностического – СД, для ремонтного цеха – РЦ и т.п.

При разработке проекта модернизации к индексу машины добавляется буква «М», а при разработке реконструкции цеха, участка – буква «Р». Например, при модернизации корообдирочного барабана – КБМ, при реконструкции ремонтно-механического цеха – РЦР.

*Индекс проекта* совпадает с индексом изделия, а в квалификационных работах организационно-технического характера индекс проекта устанавливается произвольно. Например, ПМХ – проект механизации, ПОР – проект организации технического обслуживания и ремонта, ИД – исследование динамики, ИН – исследование надежности и т.п.

*Код документов* (по ГОСТ 2.102-68 и ГОСТ 2.701-84).

Чертеж общего вида			ВО
Сборочный чертеж			СБ
Расчетно-пояснительная записка			РПЗ
Генеральный план предприятия			ГП
Планировка производственных помещений с расстановкой оборудования (участок, отделение, цех и др.)			ПЛ
Карта технологического процесса			КТ
Схема технологического процесса			ТП
График технического обслуживания и ремонта			ГР
Схемы:			
кинематическая	К	оптическая	Л
пневматическая	П	вакуумная	В
гидравлическая	Г	газовая	Х
электрическая	Э		

В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на следующие типы и обозначают цифрами:

структурные	1	подключения	5
функциональные	2	общие	6
принципиальные (полные)	3	расположения	7
соединений (монтажные)	4	объединения	0

Чертеж детали и спецификация не имеют шифра.

Обозначение ремонтного чертежа получают добавлением к обозначению детали или сборочной единицы буквы «Р» (ремонтный). Код ремонтных



чертежей состоит из буквы «Р» и кода, предусмотренного для этого документа по ГОСТ 2.602-68, например, код ремонтного сборочного чертежа – РСБ.

*Примеры обозначения конструкторских документов ВКР:*

МР-00-000 ВО – чертеж общего вида рубительной машины;

С5-02-06-000 СБ – чертеж шестой сборочной единицы второй группы совокупности сборочных единиц продольно-резательного станка;

КВП-01-03-010 – чертеж десятой детали третьей сборочной единицы котла варочного для периодической варки сульфитной целлюлозы;

ДМЦ-03-02 – чертеж второй детали третьей сборочной единицы модернизируемого цепного дефибрера;

ПМХ-КЛ-00-000 ВО – чертеж общего вида ленточного конвейера проекта механизации трудоемких процессов;

Б85-02-03-000 КЗ – чертеж принципиальной кинематической схемы третьей сборочной единицы бумагоделательной машины восемьдесят пятой модели.

Основные надписи (штампы) в чертежах и оформление спецификации приведены в приложении 4.

## **4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТАХ И КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

### **Общие положения**

Разработка технологических процессов (ТП) изготовления и ремонта изделия производится по индивидуальному заданию, согласованному с преподавателем. Обязательными условиями для проектирования ТП являются:

наличие чертежей детали, сборочной единицы, в устройство которой входит деталь;

задание предполагаемого типа машиностроительного производства, реально существующего или проектируемого;

использование принципов типовых решений и современных направлений в машиностроительном и ремонтном производствах для повышения качества и снижения себестоимости изготовления детали.

Разработку ТП изготовления и ремонта любого изделия начинают с глубокого изучения его назначения и критического анализа норм точности и технических требований. ТП разрабатывают поэтапно в строго определенной последовательности. Аналогично ведется и изготовление изделий.

Методика проектирования ТП, примеры расчетов и оформления документации, а также некоторые нормативно-справочные материалы представлены в учебном пособии по технологии машиностроения [6].

### **Основы методики проектирования технологического процесса изготовления детали**

Чертеж детали разрабатывают с оценкой технологичности конструкции. На чертеже указываются название детали, марка материала, масса, габаритные размеры и размеры конструктивных элементов с обязательной простановкой условных обозначений полей допусков и цифровых предельных отклонений для размеров присоединительных и ответственных поверхностей, шероховатость поверхностей, допуски на погрешности форм и взаимного расположения. В технических условиях указывают сведения, уточняющие конструктивные и технологические особенности изготовления детали.

Согласно чертежу детали выбирают заготовку и способ её получения с учетом материала детали, особенностей её конструкции, заданного типа производства и предполагаемых условий изготовления (реальных или перспективно проектируемых).

В качестве заготовок используют отливки, поковки и сортовой прокат. По поверхностям заготовки, подвергаемым механической обработке, должны предусматриваться припуски с допусками, определяемые опытно-статическим или расчетно-аналитическим методами. Для обрабатываемых ответственных поверхностей заготовки определяют межоперационные припуски и промежуточные размеры. На заготовки-отливки и поковки разрабатывают чертежи с обозначением соответствующих размеров и необходимыми техническими условиями.

Для выполнения главных технологических задач по изготовлению детали разрабатывают маршрутный технологический процесс построением и нумерацией операций в определенной последовательности. Выбор операций осуществляется в зависимости от типа производства, размеров и формы детали, точности и качества ее поверхностей, экономичности изготовления и др.

В маршрутный ТП включают технологические операции по механической обработке, термообработке, нанесению покрытий и др. для обеспечения всех требований чертежа детали. При проектировании маршрутного ТП изготовления сборочной единицы должна быть предусмотрена необходимость разработки операций по обработке отдельных деталей, по их сборке и последующей обработке изделия в целом.

Выбор технологического оборудования и средств технологического оснащения для заданных операций маршрутного ТП ведется по Правилам согласно ГОСТ 14.304-73 и ГОСТ 14305-73 соответственно. Основные технические параметры станков должны соответствовать габаритным размерам заготовки и объемам производства. Следует использовать универсальное оборудование и станки с ЧПУ, станки типа «обрабатывающий центр», а также многошпиндельные станки с единовременной многоинструментальной наладкой, указывая марку и основные технические характеристики.

Технологическую оснастку выбирают с преимущественной ориентацией на универсальные приспособления и тестированные режущие и измерительные инструменты, а также предельные калибры.

Режущие инструменты подбираются с оснащением материалами с высокими режущими свойствами, высокой стойкостью, обеспечивающими высокую производительность. По режущему инструменту указывают наименование, основные габаритные размеры и марку материала режущей части, а по измерительному – наименование, пределы измерения и цену деления. Информацию по выбранным видам оборудования и оснастки размещают в маршрутной и операционной картах.

Для работы на станках с использованием приспособлений должны быть разработаны способы установки и схемы базирования на наиболее ответственные операции с соблюдением принципов базирования. Черновая

база выбирается чистой, ровной, с минимальными смещениями относительно других поверхностей, подлежащих обработке, и используется на первой технологической операции. Для последующей обработки в качестве установочных баз должны приниматься предварительно обработанные поверхности заготовки. На ответственных операциях должно быть обеспечено совмещение установочной и измерительной баз. Выбранные способы установки заготовки для технологических операций иллюстрируются операционными эскизами с указанием условными знаками опорных точек и направлений приложения усилий зажима заготовки на поверхностях, принятых за базы согласно ГОСТ 3.1107-81.

Для облегчения обозначений базирующих поверхностей заготовки и подлежащих обработке разрабатывают промежуточный эскиз, на котором в контур заготовки вписывают контур детали более жирными линиями со всеми конструктивными элементами. Требуемые поверхности нумеруют по часовой стрелке арабскими цифрами. Установочные эскизы оформляют в карте операционных эскизов.

Для обработки заготовки на станках необходимо рассчитать режимы резания: глубину резания, подачу, скорость резания, а также частоту вращения шпинделя или число двойных ходов заготовки (инструмента) для каждого технологического перехода наиболее ответственных операций. Глубину резания задают в зависимости от припусков, подачу выбирают для черновой и чистовой обработки по нормативам [6].

Скорость резания рассчитывают с учетом стойкости режущего инструмента, марки материалов режущей части инструмента и заготовки [6]. Подачу и скорость резания корректируют в соответствии с паспортными данными станка. Выбранные элементы режимов резания заносят в операционную карту.

Для определения трудозатрат при изготовлении детали рассчитывают технически обоснованную норму времени на каждую технологическую операцию механической обработки заготовки [6]. Норму подготовительно-заключительного времени определяют для всей партии деталей, штучное время для одной детали. Нормы основного и вспомогательного (машинно-вспомогательного) времени рассчитывают на каждый технологический переход соответствующих операций. Полученные значения норм времени заносят в маршрутные и операционные карты.

Документация на разработанный технологический процесс изготовления детали оформляется в виде маршрутных, операционных карт и карт операционных эскизов. В маршрутную карту согласно ГОСТ 3.1118-82 заносят информацию по всем технологическим операциям в последовательности их выполнения со своими порядковыми номерами и наименованиями. Для каждой операции указывают марку станка, краткое содержание операции в повелительном наклонении, перечень применяемых режущих и измерительных инструментов. Нормы подготовительно-заключительного и

штучного времени проставляют в суммарном выражении на весь технологический процесс изготовления детали.

В операционную карту по ГОСТ 3.1404-86 заносят наименование и номер операции, нормы подготовительно-заключительного и штучного времени. Технологические переходы основные и вспомогательные нумеруют и располагают в строгой последовательности с формулировкой в повелительном наклонении. Для основных переходов указывают режимы обработки, нормы основного и вспомогательного времени, наименования режущих инструментов. Для вспомогательных переходов указывают нормы вспомогательного времени. В карте операционных эскизов заполняются рабочие эскизы на технологические установы заготовки при ее обработке на наиболее ответственных операциях, где должны быть указаны название технологической операции, ее порядковый номер и номер станка. Карта операционных эскизов должна содержать требуемое количество проекций на выполненный станок с изображением всех обрабатываемых поверхностей заготовки. Количество эскизов должно соответствовать количеству технологических установов соответствующей операции.

Заготовку изображают графически в произвольном масштабе в рабочем положении применительно к соответствующему станку и выполняемому станку после проведенных технологических переходов. Обрабатываемые на данном станке поверхности выделяют утолщенными черными или цветными линиями, обозначают арабскими цифрами с указанием полученных размеров с числовыми предельными отклонениями и условными обозначениями полей допусков и посадок. Другие поверхности заготовки показывают тонкими линиями без обозначений размеров, за исключением тех, которые относятся к справочным. На окончательно обработанных поверхностях проставляют шероховатость согласно чертежу детали.

Режущие инструменты изображают в исходном положении относительно заготовки для исключения загромождения эскиза в отличие от карты наладки, где их показывают в конечном положении. Указывают тип инструмента, размеры, марку материала режущей части и стрелкой направление рабочего движения.

### **Особенности проектирования технологического процесса ремонтного восстановления работоспособности изделий**

Для разработки ТП ремонтного восстановления необходимо иметь чертеж изделия, (сборочной единицы, детали), выполненного согласно ГОСТ 2.604-68 и в соответствии с рекомендациями ГОСТ 14201-83, а также программу выпуска ремонтируемых изделий.

Для выбора оптимального ТП восстановления изделия разрабатывают ремонтный чертеж изделия с изображением изношенных поверхностей и обозначением их размеров, составляют ведомость дефектов. Выбор метода

восстановления из существующих в машиностроительном и ремонтном производстве должен быть обоснован для обеспечения требуемого качества, экономической целесообразности и реального использования на конкретном предприятии.

Разработка маршрутного ТП, выбор технологического оборудования и оснастки, расчет припусков на обработку, режимов и норм времени для операций восстановления и механической обработки и оформление аналогичной технологической документации производят аналогично соответствующим операциям по изготовлению новых изделий, описанным в подразде «Основы методики проектирования ТП изготовления детали», приведенном ранее.

### **Рекомендации по методам восстановления составных частей машин и оборудования**

Для восстановления вышедших из строя изделий используют различные методы в зависимости от характера износа или поломки:

ремонт заменой на новое изделие с параметрами, соответствующими первоначально используемым. Замена подшипников качения, манжетных уплотнений и других деталей запасными частями;

ремонт заменой на новое изделие с параметрами, соответствующими другим ремонтным размерам, с предварительной обработкой поверхностей одного из сопрягаемых элементов (аналог: шейка коленвала–вкладыш, где обрабатывается шейка вала, а вкладыш устанавливают с другим сопрягаемым размером);

ремонт сваркой, где восстановление целостности конструкции изделия ведут с наложением сварного шва при соблюдении технологических режимов и правильным подбором сварочных материалов;

ремонт наплавкой, металлизацией, в том числе, напылением на изношенные поверхности изделий с последующей механической обработкой под первоначальные размеры с соблюдением технологических режимов и правильным подбором материалов для обеспечения требуемых свойств поверхностей изделий;

ремонт с использованием втулок в случае больших выработок при износе на рабочих поверхностях изделий. Изношенная поверхность изделия подвергается предварительной механической обработке со снятием всего слоя металла, имеющего погрешность геометрической формы. Втулка изготавливается с размерами внутренней посадочной поверхности, обеспечивающими в соединении с валом натяг. Наружная поверхность втулки обрабатывается до требуемого расчетного размера после ее установки на вал.

Метод ремонтных втулок может быть использован для усиления запаса прочности при образовании трещин по месту галтелей ступенчатых поверхностей изделий. Делают проточку галтели на глубину полной выборки трещины, а затем применяют метод наплавки на обработанной

поверхности с последующей механической обработкой до требуемых размеров. В случаях, когда есть возможность поменять положение галтели на валу продольной проточкой, подрезая торец на длину, позволяющую перекрыть место возникновения трещины, ремонтную втулку запрессовывают на большую длину в осевом направлении до нового положения галтели. Допустимо приварить втулку на валу, исключая концентрацию напряжений после сварки.

Рабочие поверхности прессовых и других валов при износе восстанавливают методами механической обработки: точением, шлифованием, а также заменой покрывного слоя, в т.ч. покрытием полиуретаном и другими материалами.

### **Особенности выполнения ремонтных чертежей и карт технологического процесса восстановления детали**

Ремонтные чертежи должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.604-68. На ремонтных чертежах указывают номера дефектов, размеры, предельные отклонения, шероховатость мест, вид термической обработки, твердость и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены в процессе восстановления и сборки изделия. Виды, разрезы и сечения на ремонтных чертежах изображают только те, которые необходимы для проведения ремонта детали или сборочной единицы.

Режущий инструмент изображают в конечном положении (в конце обработки). Рядом с инструментом стрелками указывают направления его движения. На карту наносят также технологические операции контроля (места контроля, технические условия, технологический эскиз).

При разборке карты технологического процесса восстановления детали необходимо иметь ремонтный чертеж детали, ведомость дефектов, размеры изношенных поверхностей, характеристики технологического оборудования, нормативы времени и режимы обработки.

По каждому из дефектов намечают последовательность операций восстановления. Операции должны сопровождаться эскизами, отражающими особенность процесса восстановления детали. На эскизах обозначают базы и места приложения усилий зажима.

### **Особенности проектирования технологического процесса сборки сборочных единиц**

Для разработки ТП сборки необходимо иметь чертеж сборочной единицы, а при необходимости чертежи частей, входящих в устройство сборочной единицы с обязательным наличием спецификации, выполненных согласно ГОСТ 2.604-68. Должны быть заданы программа выпуска и тип производства, технические требования на приемку.

При создании новых машин проводятся конструкторские и технологические точностные расчеты размерных цепей с правильным выявлением замыкающих и составляющих звеньев. На основе чертежей сборочной единицы, деталей и спецификации выявляют все её составные части и отдельно входящие детали.

При проектировании ТП сборки сборочной единицы включают выбор формы организации процесса сборки, разработку технологического маршрута сборки с последовательным построением операций, схемы ТП сборки сборочной единицы, выбор технологической оснастки и расчет трудоемкости сборочных работ.

Оформление документации выполняют в виде маршрутной карты ТП сборки по ГОСТ 3.1118-82, графической схемы ТП сборки, и, при необходимости, технологической карты сборки и операционной карты технического контроля, а также ведомость оснастки, инструкции.

В маршрутную карту сборки вносят в строгой последовательности все технологические операции, выполнение которых обеспечивает сборку изделия заданного качества. В технологическую карту сборки последовательно записывают виды сборочных работ (технологические переходы) с указанием их трудоемкости. В карту технического контроля вписывают все сведения по контролю параметров, заданных на чертеже сборочной единицы, в технических требованиях и технологических инструкциях - предельные значения и типы измерительных средств.

Схема ТП сборки строится графически в виде прямоугольников, расположенных в определенном порядке. В каждом прямоугольнике указывают название, номер по спецификации и количество собираемых деталей и сборочных единиц, входящих в устройство собираемого изделия. Для построения схемы сборки выбирают базовую деталь, с которой последовательно собираются другие детали и сборочные единицы.



## 5. ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ И КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Настоящий раздел подготовлен по материалам доцента канд. техн. наук. Браславского Вениамина Марковича, работавшего ранее на кафедре машин и оборудования ЦБП университета [7].

При технических расчетах приходится иметь дело с приближенными величинами. Это связано с тем, что числовая информация, лежащая в основе всех инженерных расчетов, как правило, имеет те или иные погрешности. Источниками этих погрешностей являются измерения, в результате которых получены исходные величины, несоответствия математических моделей реальным соотношениям величин, неизбежные округления результатов расчета.

С другой стороны, излишняя точность расчетов не нужна, так как не может быть реализована на практике, а её достижение требует затрат времени. Во всех случаях необходимая точность того или иного расчета должна быть обоснована и гарантирована. Следует отметить, что широкое использование электронно-вычислительных средств, ускоривших вычислительную работу, привело к отчуждению расчета от процесса инженерного творчества. Необходимость оценки точности результата при этом стала еще более насущной. Студент при выполнении квалификационной работы или проекта должен уметь оценивать ошибку результата расчета, если известны ошибки исходных данных, а также определять необходимую точность исходных данных для получения требуемой точности результата.

### Основные понятия и определения

Абсолютная и относительная погрешность заключается в следующем. Если  $a$  – известное приближенное числовое значение некоторой величины  $A$ , то  $\Delta a = |A - a|$  называется **абсолютной погрешностью** числа  $a$ . Поскольку в большинстве случаев точное значение  $A$  неизвестно, то и  $\Delta a$  может быть указано лишь приближенно. Абсолютная погрешность является недостаточной характеристикой точности и качества измерений.

Кроме того, абсолютная погрешность, как правило, является числом именованным, поэтому при изменении системы единиц её значение будет также изменяться. Более универсальной характеристикой точности измерений является величина относительной погрешности.

**Относительной погрешностью** приближенного числа  $\delta_a$  называется отношение абсолютной погрешности этого числа к самому числу:

$$\delta_a = \Delta a / a .$$

Из определения относительной погрешности следует, что её величина остается неизменной при изменениях разности измеряемой величины. Относительная погрешность чаще всего выражается в процентах.

Пример. При взвешивании тела получили массу 5,25 кг, при этом известно, что абсолютная погрешность равна 10 г. Относительную погрешность определяют по формуле

$$\delta_a = \frac{\Delta a}{a} = \frac{10 \cdot 100 \%}{5,25 \cdot 1000} = 0,19 \ \%.$$

По известному значению относительной погрешности  $\delta_a$  приближенного числа  $a$  легко определяется его абсолютная погрешность

$$\Delta a = \delta_a a.$$

Обычно в инженерной практике редко приходится иметь дело с относительной погрешностью менее нескольких процентов. В некоторых случаях требуется настолько большая точность, что относительная погрешность падает до десятых долей процента. Это относится, например, к расчетам зубчатых передач, настройке кинематических цепей зуборезных станков, к определению погрешности шлифования валов каландров бумагоделательных машин.

Форма записи чисел в десятичной системе позволяет достаточно просто определить абсолютную и относительную погрешность числа. Суть приема состоит в оценке относительной погрешности путем счета так называемых верных десятичных знаков, начиная с первой слева значащей цифры. Значащими цифрами числа называют все составляющие его цифры, начиная первой слева, отличной от нуля.

Пример. У чисел  $a_1 = 4,5603$  и  $a_2 = 0,00261$  значащими цифрами являются подчеркнутые цифры. В первом случае их 5, во втором – 3.

Значащую цифру приближенного числа называют верной, если абсолютная погрешность этого числа не превосходит единицы разряда, соответствующего данной цифре.

Пример. Пусть  $a = 43,00875$ , абсолютная погрешность  $\Delta a = 0,0003$ . Тогда число  $a$  записано с 5 верными значащими цифрами, так как  $0,0003 < 0,001$ . Цифра 8 является последней верной значащей цифрой в записи числа  $a$ .

Если приближенное число записывается без указания его абсолютной или относительной погрешности, то обычно выписываются только его верные цифры. При этом верные нули на правом конце числа не отбрасываются.

Пример. Сравним запись приближенных чисел 0,475 и 0,47500. Эти числа как приближенные различны. Относительно первого числа можно утверждать, что его абсолютная погрешность не превосходит 0,001, а из записи второго числа следует, что его абсолютная погрешность не больше 0,00001.

В том случае, когда значащих цифр в целой части какого-либо числа больше, чем верных знаков, следует применять нормализованную форму записи. Например,  $0,427 \cdot 10^5$ . Из этой записи видно, что данное число имеет 3 верных знака. Запись вида 42700 в данном случае неправильна, поскольку она говорит о 5 верных знаках.

Информацию о том, что число  $a$  является приближенным значением величины  $A$  с абсолютной погрешностью  $\Delta a$ , можно представлять в виде  $A = a \pm \Delta a$ . При этом числа  $a$  и  $\Delta a$  принято записывать с одинаковым числом знаков после запятой. Пример.  $A = 1,145 \pm 0,002$ . Эта запись означает, что  $1,145 - 0,002 \leq A \leq 1,145 + 0,002$ .

Оперируя с числами, записанными в виде десятичной дроби, мы обычно пользуемся округленными значениями. Под округлением числа понимается уменьшение количества входящих в него разрядов.

Если мы хотим освободиться от излишних, по нашему мнению, цифр числа, то просто вычеркиваем их из десятичных или заменяем нулями в целых разрядах. Абсолютная погрешность, которую мы допустим при таком способе округления, не будет превосходить единицы последнего из оставленных нами разрядов.

Пример. Число 4,02632. Желая, к примеру, ограничиться первыми тремя знаками, мы получим число 4,02 с абсолютной погрешностью 0,00632, не превосходящей 0,01. Точно так же, ограничиваясь в числе 4326 двумя знаками, мы получим число  $0,43 \cdot 10^4$  с абсолютной погрешностью 26, не превосходящей 100.

В тех случаях, когда есть необходимость сохранения большей точности, прибегают к округлению чисел с использованием правила дополнения. Если в старшем из отбрасываемых разрядов стоит цифра больше пяти, то младший сохраняемый разряд увеличивается на единицу. Очевидно, что абсолютная погрешность, возникающая при таком округлении, не превосходит половины единицы младшего, оставляемого разряда.

Пример. В предыдущем примере, желая ограничиться первыми тремя цифрами, с использованием правила дополнения получим 4,03. Абсолютная погрешность этого числа составит 0,00368, что меньше 0,005. Очевидно, что все оставленные при округлении цифры числа – верные.

Относительная погрешность числа может быть уточнена в зависимости от конкретных значений составляющих его верных цифр. Пусть дано приближенное значение  $a = b \cdot 10^k$ , где  $b$  – двузначное число;  $k$  – целое число (например,  $a_1 = 0,024 = 24 \cdot 10^{-3}$  или  $a_2 = 2400 = 24 \cdot 10^2$  и т.п.).

Относительная погрешность

$$\delta_a = \frac{10^k}{b \cdot 10^k} = \frac{1}{b} \quad (\delta_1 = \delta_2 \leq \frac{1}{24} = 0,042 = 4,2\%).$$

При трех верных цифрах  $b$  – трехзначное число, например,  $a_3 = 0,0242 = 242 \cdot 10^{-4}$ ;  $\delta_3 \leq 1/24 = 0,042 = 0,42 \%$ , относительная погрешность будет в 10 раз меньше. Очевидно, может быть решена и обратная задача: по известной относительной погрешности определить число верных знаков. Представим приближенное число в виде  $a = b \cdot 10^k$ , где  $b$  имеет две цифры до запятой и дробную часть,  $k$  – целое, (например,  $a_1 = 5,234 = 52,34 \cdot 10^{-1}$  или  $a_2 = 0,02738 = 27,38 \cdot 10^{-3}$ ).

Для того, чтобы число имело два верных знака, нужно, чтобы его абсолютная погрешность не превосходила половины единицы второго разряда (при сочетании этой погрешности с погрешностью от округления, которая имеет ту же оценку, в совокупности получится погрешность, не превосходящая единицы второго разряда), т.е. должно быть  $\Delta a \leq \frac{1}{2} 10^k$

$\delta_a = \frac{\Delta a}{a} \leq \frac{1}{2b}$ . Это и есть верхняя граница относительной погрешности, которая гарантирует два верных знака (например, в случае  $b = 52$ ,  $\delta_a = 1/2b = 1/104 = 0,0096$ , неравенства  $\delta_a \leq 0,96 \%$ , очевидно, достаточно для того, чтобы в числе  $a$  было два верных знака).

Для  $n = 3$  получаются числа в десять раз меньшие (например,  $b = 523$ ,  $\delta_a = 1/1046 = 0,00096 = 0,0096 \%$ ).

## Действия над приближенными числами

### Сложение

Пусть величина  $A = A_1 + A_2$ . Известны приближенные значения слагаемых  $a_1$  и  $a_2$ , а также их абсолютные погрешности  $\Delta a_1$  и  $\Delta a_2$ . Рассмотрим сумму  $a = a_1 + a_2$ . Найдем, с какой абсолютной погрешностью число  $a$  приближает величину  $A$ .

$$|A - a| = |A_1 + A_2 - a_1 - a_2| = |A_1 - a_1| + |A_2 - a_2| \leq \Delta a_1 + \Delta a_2.$$

Очевидно, этот результат справедлив для любого числа слагаемых.

Абсолютная погрешность суммы не превосходит суммы абсолютных погрешностей слагаемых.

$$\Delta \left( \sum_{i=1}^k a_i \right) \leq \sum_{i=1}^k \Delta a_i.$$

Относительная погрешность суммы

$$\delta_a = \frac{\Delta a}{a} \leq \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + \dots + \Delta a_k}{a} = \delta_1 \frac{a_1}{a} + \delta_2 \frac{a_2}{a} + \dots + \delta_k \frac{a_k}{a}.$$

Если теперь обозначить  $\delta_0$  - наибольшее из чисел  $\delta_1 \dots \delta_k$ , тогда очевидно, что

$$\delta_a \leq \delta_0 \frac{a_1}{a} + \delta_0 \frac{a_2}{a} + \dots + \delta_0 \frac{a_k}{a} = \delta_0 \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_k}{a} = \delta_0.$$

Относительная погрешность суммы не превосходит суммы относительных погрешностей слагаемых.

В частном случае, когда одно из слагаемых, например  $a_1$ , значительно превосходит остальные, дробь  $a_1/a$  близка к единице, а остальные  $a_2/a \dots a_k/a$  малы, относительная погрешность суммы  $\delta_a$  практически совпадает с погрешностью наибольшего слагаемого  $\delta_1$ .

При сложении приближенных чисел все слагаемые должны заканчиваться на одном и том же разряде.

Пример. Найти сумму  $a = 3,3243 + 27,375 + 147,55 + 3735,5$ , причем все знаки в слагаемых верные. Так как неизвестны сотые и т.д. доли в последнем слагаемом, то и в остальных слагаемых их удерживать не имеет смысла, так как мы не можем ручаться за них в сумме. Поэтому, округляя по правилу дополнения, получим

$$a = 3,3 + 27,4 + 147,6 + 3735,5 = 3913,8.$$

Последняя цифра в результате сомнительна.

Если число слагаемых не превосходит пяти (или десяти, при условии, что все слагаемые получены в результате округления по правилу дополнения), то абсолютная погрешность суммы не превзойдет пяти единиц последнего сохраненного разряда.

Отбрасывая в сумме последний сомнительный знак (по правилу дополнения), сделаем новую погрешность, также не превосходящую пяти единиц последнего разряда. В результате получается сумма с абсолютной погрешностью в одну единицу последнего оставшегося разряда, т.е. со всеми верными знаками. В нашем примере  $a \approx 3914$ .

Число верных знаков суммы в крайнем случае лишь на единицу меньше, чем в наибольшем слагаемом. На практике оба числа знаков часто совпадают. Так будет в случае, если сумма содержит более высокий разряд, чем наибольшее слагаемое, или если последняя «сомнительная» цифра верна (вследствие взаимной компенсации погрешностей разного знака).

Для того, чтобы получить сумму с  $n$  верными знаками, нужно наибольшее слагаемое взять с  $(n + 1)$  верными знаками, а в остальных слагаемых отбросить (по правилу дополнения) все знаки, стоящие направо от последнего разряда, сохраненного в наибольшем слагаемом.

### Вычитание

Рассматривая вычитание как алгебраическое сложение, можно утверждать, что абсолютная погрешность разности двух чисел равна сумме абсолютных погрешностей уменьшаемого и вычитаемого

$$\Delta(a_1 - a_2) \leq \Delta a_1 + \Delta a_2.$$

Если уменьшаемое значительно превосходит вычитаемое, то относительная погрешность разности практически равна относительной погрешности уменьшаемого. Число верных знаков в разности такое же, как в уменьшаемом, либо (редко) на единицу меньше.

Пример.  $2529,37 - 2,1462$  (все цифры верные).  
 $2529,37 - 2,15 = 2527,22$ .

Совершенно изменится картина, если уменьшаемое и вычитаемое близкие числа. Из-за малой величины разности относительная погрешность возрастает. Вследствие взаимного сокращения высших разрядов число верных знаков в разности может оказаться значительно меньшим, чем в исходных числах.

Пример.  $0,5791 - 0,5776 = 0,0015$ .

Абсолютная погрешность исходных чисел 0,0001, относительная - 0,02 %. Абсолютная погрешность разности 0,0002, а относительная  $0,0002/0,0015 = 0,13 = 13$  %. Погрешность увеличилась в 650 раз.

**Опасность** потери точности заставляет всячески избегать вычитания близких чисел, а если это невозможно, то приходится увеличивать их точность, беря с лишними знаками.

#### Умножение и деление

Полагаем, что  $a = a_1 a_2$  является приближенным значением произведения  $A = A_1 A_2$ . При известных относительных погрешностях сомножителей

$$a_1(1 - \delta_1) \leq A_1 \leq a_1(1 + \delta_1); \quad a_2(1 - \delta_2) \leq A_2 \leq a_2(1 + \delta_2).$$

Перемножая эти неравенства почленно, получим

$$a_1 a_2 (1 - \delta_1)(1 - \delta_2) \leq A_1 A_2 \leq a_1 a_2 (1 + \delta_1)(1 + \delta_2);$$

и, пренебрегая малыми второго порядка,

$$a - a(\delta_1 + \delta_2) \leq A \leq a + a(\delta_1 + \delta_2).$$

Таким образом, абсолютная погрешность числа  $a$ :  $\Delta a = a(\delta_1 + \delta_2)$ .

Отсюда следует, что  $\delta_a = \delta_1 + \delta_2$ .

Относительная погрешность произведения приближенно равна сумме относительных погрешностей сомножителей. Это правило показывает, что, в отличие от сложения, точность при умножении снижается, и будет тем ниже, чем больше умножений приходится выполнять.

Переходя к делению, рассмотрим положительную величину  $A$ , имеющую приближенное значение  $a$ .

Для обратных величин  $A' = 1/A$  и  $a' = 1/a$  справедливо

$$\frac{A' - a'}{a'} = \frac{1/A - 1/a}{1/a} = \frac{a - A}{A} \approx \frac{a - A}{a},$$

т.е. относительные погрешности чисел  $a$  и  $a'$  приближенно совпадают  $\delta_{a'} \approx \delta_a$ .

Представим частное  $a = \frac{a_1}{a_2}$  в виде произведения  $a = a_1 \left( \frac{1}{a_2} \right)$ . Относительная погрешность его  $\delta_a = \delta_1 + \delta_2$ .

Относительная погрешность частного приближенно равна сумме относительных погрешностей делимого и делителя. Предположим, дано несколько чисел  $a_1, a_2, \dots$ , написанных, например, с 4 верными цифрами. Эти числа последовательно перемножаются или делятся. Сколько верных цифр будет в результате? Количество этих чисел  $a_1, a_2, \dots$  не превосходит 5 (или 1,0, если они округлены по правилу дополнения). В первом случае относительная погрешность результата 0,5%.

Результат ряда умножений и делений имеет на один или два верных знака меньше, чем наименьшее количество верных знаков в числах, над которыми эти действия выполняются.

**Пример.** При обмере прямоугольного участка с точностью до 0,1 м получены его размеры 82,2 м и 74,8 м. Площадь  $82,2 \cdot 74,8 = 6148,56$ . При относительной погрешности  $(1/822 + 1/748) \cdot 100 \% = 0,25 \%$  получаем два верных знака. Площадь участка равна  $61 \cdot 10^2 \text{ м}^2$ .

Оценим этот результат непосредственным расчетом. В соответствии с точностью замеров, истинные длины сторон участка лежат в пределах 82,1...82,3 м и 74,7...74,9 м. Потому площадь может быть от  $82,1 \cdot 74,7 = 6132,9 \text{ м}^2$  до  $82,3 \cdot 74,9 = 6164,3 \text{ м}^2$ , т.е. результат  $61 \cdot 10^2 \text{ м}^2$  действительно имеет 2 верных знака.

### **Возведение в степень и извлечение корня**

Рассматривая возведение в  $n$ -ую степень как перемножение  $a$  равных чисел, можем утверждать, что относительная погрешность степени равна произведению относительной погрешности числа, возвышаемого в степень, на абсолютное значение показателя степени.

Это правило можно распространить и на извлечение корня, используя дробные показатели. Таким образом, точность результата при возведении в степень снижается, а при извлечении корня повышается по сравнению с точностью исходных данных.

**Пример.** С какой относительной погрешностью и сколькими верными знаками можно определить сторону  $a$  квадрата, если его площадь  $S = 14,47 \text{ см}^2$ ;  $a = \sqrt{S}$ . Так как  $S$  имеет 4 верных знака, его относительная погрешность равна 0,071 %.

## **Заключение**

1. Законы арифметики предполагают, что все числа, с которыми производятся действия, являются числами точными. При использовании этих законов в инженерных расчетах без анализа и учета реальных погрешностей резко возрастают затраты времени на вычисления и создается иллюзия точности (зачастую опасная) там, где в действительности ее нет.

2. Исходные данные инженерных расчетов, как правило, являются величинами приближенными. Их погрешности, чаще всего в увеличенном размере, находят отражение в результатах вычислений. Большинство технических расчетов имеют допустимые погрешности в пределах от 0,1 до 5 % .

3. Начиная инженерный расчет, следует помнить, что требуемая точность результата может быть обеспечена только в тех случаях, когда исходные данные имеют достаточную точность и когда учитываются погрешности, вносимые в результат в процессе вычислений.

4. Все инженерные расчеты следует выполнять приближенно, стремясь к минимальным затратам труда и времени в соответствии с приведенными в настоящем пособии правилами.



## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫКУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ**

Виды и содержание ВКР приведены в разделе 1.

Основой ВКР является технико-экономическое обоснование. Оно предопределяет его главные черты и особенности, которые подлежат разработке в последующих разделах, поэтому во время преддипломной практики материалы этого раздела должны быть продуманы и описаны в отчете по практике. Для этой цели необходимо, в соответствии с темой ВКР:

изучить состояние технического обслуживания и ремонта оборудования на предприятии, ремонтного производства и технологии ремонта, принятых на предприятии, заводе, цехе, участке;

оценить сроки монтажа, возможность сокращения простоев оборудования, штата обслуживающего персонала; описать объем и уровень механизации; оценить показатели условий труда и охраны окружающей среды.

Следует ознакомиться в технической библиотеке и техническом архиве предприятия со следующими материалами по теме проекта:

руководящими документами по развитию предприятия;  
нормативными документами (стандартами, техническими условиями, инструкциями, руководящими материалами и т.п.);  
патентными материалами;  
научно-техническими отчетами, отчетами и др.;  
литературными источниками.

Согласовать с руководителем ВКР, с ведущими специалистами предприятия и принять решение:

о выборе принципиальных решений проекта;  
о содержании конструктивных разработок;  
о конкретизации разработок по технической эксплуатации и ремонту оборудования.

Для выполнения технических разделов проекта нужно:

изучить по чертежам и в натуре конструкции машин, аппаратов, оборудования, приспособлений, подобных разрабатываемым (при необходимости снять копии чертежей);

для реконструкции цехов, участков, разработки средств механизации, модернизации оборудования получить подробные планировки, разрезы здания цеха, участка;

ознакомиться, а при необходимости, снять копии технологических и конструктивных расчетов аналогичного оборудования;

ознакомиться с принципиальной схемой автоматизации аналогичного оборудования, применяемой аппаратурой: датчиками; исполнительными приспособлениями, регистрирующими приборами и др. (марка, завод-изготовитель, стоимость и др.);

ознакомиться с электроприводом и схемой его управления, с применяемыми приборами, устройствами, приспособлениями;

изучить технологию монтажа машины, подобной проектируемой или модернизируемой.

Перечень материалов, необходимых для расчета экономической эффективности проектных решений, зависит от темы ВКР.

***Расчет экономической эффективности реконструкции, модернизации оборудования*** ведется по двум вариантам:

вариант действующего оборудования (базовый вариант);

проектируемый вариант (реконструкция, модернизация оборудования).

По базовому варианту должны быть собраны следующие данные:

перечень и техническая характеристика основного и вспомогательного оборудования цеха, технологической линии;

производственная мощность оборудования, фактический объем производства;

перечень оборудования, узлов, подлежащих демонтажу, замене, модернизации;

стоимость и структура основных фондов цеха, стоимость основного оборудования всего и в том числе по узлам;

нормы амортизации зданий, сооружений, оборудования;

срок эксплуатации оборудования, остаточная стоимость оборудования;

показатели использования оборудования по времени, производительности, эффективное время работы оборудования, время плановых и внеплановых простоев;

штатное расписание рабочих, ИТР, служащих по цеху. Профессии и разряды рабочих;

удельные нормы расхода сырья, материалов, химикатов, пара, воды и электроэнергии на единицу продукции;

сметы расходов по содержанию и эксплуатации оборудования.

***При разработке новых конструкций оборудования*** расчет экономической эффективности ведется также по двум вариантам. За базовый вариант принимается аналогичное по конструкции и назначению (либо только по назначению) оборудование, применяемое на предприятиях отрасли.

По базовому варианту необходимо собрать следующие данные:

техничко-экономические показатели использования оборудования, часовая производительность, производственная мощность;

вид вырабатываемой данным оборудованием продукции, ее качественная характеристика;

общая первоначальная стоимость базового оборудования, и в том числе по основным узлам;

срок эксплуатации оборудования, нормы амортизации и степень износа оборудования;

объем потребляемой энергии, пара, воды; калькуляция себестоимости продукции, вырабатываемой на данном оборудовании, оптовые цены на продукцию;

производительность труда на действующем оборудовании.

**В ВКР на тему «Организация системы технического обслуживания и ремонта оборудования ЦБП»** за базовый вариант принимается организация ремонтного хозяйства действующего предприятия. При этом необходимо собрать следующие данные:

формы организации ремонтного хозяйства на предприятии: централизованная, децентрализованная, смешанная;

перечень оборудования ремонтно-механического цеха;

стоимость основных фондов и их структура по ремонтно-механическому цеху;

производственная площадь ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных служб;

режим работы ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных служб;

график ППР основного оборудования предприятия и его выполнение;

показатели использования основного технологического оборудования предприятия по времени, плановые и внеплановые простои оборудования, всего и в том числе по механическим причинам;

перечень материалов, запасных частей, используемых для ремонта и обслуживания, нормы их расхода, цены;

перечень запасных частей, изготавливаемых в ремонтно-механическом цехе;

штатное расписание рабочих ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных служб, их годовой фонд заработной платы;

численность ИТР, служащих и МОП ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных служб;

смета затрат на содержание и эксплуатацию оборудования; калькуляция себестоимости основных видов продукции предприятия;

смета затрат на производство продукции РМЦ.

**Для выполнения раздела «Безопасность и экологичность проекта»** студенты должны провести анализ работы предприятия или отдельного технологического участка с точки зрения соответствия этой работы современным требованиям техники безопасности, промышленной санитарии, противопожарной техники и экологии.

Составить следующую характеристику цеха (участка);

санитарная, пожарная, экологическая оценка цеха;

конструктивное оформление цеха: его объем, площадь, высота, расположение световых проемов;

расположение технологического оборудования;

санитарно-гигиеническая характеристика условий труда в цехе.

Мероприятия, направленные на оздоровление условий труда в цехе:

вентиляция: естественная и механическая;

естественное и электрическое освещение;

электробезопасность, источники питания цеха электрическим током, напряжение тока, используемого в цехе для освещения и работы оборудования, классификация цеха по степени опасности поражения электрическим током, меры защиты человека: заземление, защитное отключение, ограждение и изоляция токоведущих частей электрооборудования, индивидуальные средства защиты;

промышленный шум и вибрация, источники шума и вибрации при работе отдельных агрегатов.

Внутрицеховой транспорт: ленточные транспортеры, шнеки, электрокары, тельферы и др., обеспечение безопасности при их эксплуатации.

Методы улавливания газообразных продуктов производства, очистка сточных вод. Технологические схемы и конструктивное оформление.

Мероприятия, способствующие улучшению условий труда, ликвидации травматизма, профессиональных заболеваний. По противопожарной технике студент должен изучить:

пожаро- и взрывоопасные свойства сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, выпускаемой цехом;

категорию пожарной безопасности цеха или технологического участка, огнестойкость строительных конструкций;

противопожарные требования к размещению производственных и вспомогательных помещений, к техническому оборудованию;

требования безопасности к устройству цехов, в которых размещена взрывоопасная технология; опасность аппаратов, работающих под давлением и вакуумом;

требования к конструкции электрооборудования, светильников, контрольно-измерительных приборов, установленных во взрывоопасных цехах;

средства тушения пожара: система тушения пожара, противопожарное оборудование, устройство противопожарного водопровода;

устройство пожарной сигнализации;

систему молниезащиты зданий и сооружений.

**Для выполнения раздела «Эксплуатация проектируемого или модернизируемого оборудования»** студенты должны изучить:

условия эксплуатации машины;

основные показатели надежности: вероятность безотказной работы, наработка на отказ, срок службы, коэффициент готовности, коэффициент технического использования, резервирование и др.;

основные отказы машины, дефекты и повреждения, износ деталей;

периодичность, продолжительность и трудозатраты операций технического обслуживания;

перечень операций технического обслуживания; порядок операций технологического обслуживания: замены одежды, ножей и т.п.;

организация работ по техническому обслуживанию, материальное обеспечение операций технического обслуживания;

формы учета состояния оборудования и работ по техническому обслуживанию;

инструкцию по техническому обслуживанию машины; структуру ремонтного цикла, периодичность текущих и капитальных ремонтов, график планово-предупредительных ремонтов;

содержание работ текущего ремонта, трудозатраты; перечень работ капитального ремонта, трудозатраты; список узлов и деталей, подлежащих замене при капитальном и малом капитальном ремонтах;

характеристику основных средств механизации, требования к ним с учетом снижения затрат труда при ремонте;

подготовка и сдача машины в ремонт: содержание работ по подготовке к ремонту и в период останова. Документация, составляемая для проведения ремонта: ведомость работ текущего ремонта, ведомость дефектов, сметно-финансовый расчет, план организации работ и сетевой график;

смазочные материалы, карта смазки сборочных единиц машины, периодичность пополнения и замены смазки, форма журнала пополнения смазки и замены смазки;

структурные параметры технического состояния сборочных единиц машины;

метод и средства диагностики технического состояния составных частей машины;

организация системы диагностики машины

### **Указания по составлению отчета о практике**

#### ***Общие положения и структура отчета***

Отчет о практике является основным документом, в котором изложены исчерпывающие сведения о выполненной работе.

Он включает: титульный лист; содержание (оглавление); введение; основную часть; заключение; список использованных источников; приложения.

Во введении указывают цель и задачи практики, приводят сведения о предприятии, его географическом положении, краткую историю и перспективы развития.

Характеризуют выпускаемую продукцию, организационную структуру предприятия, основные технико-экономические показатели его работы.

Даются вводные сведения о содержании отчета, индивидуальном задании, наиболее интересных вопросах, решенных (или поставленных) в ходе практики.

В основной части отчета описывается содержание работы, проведенной студентом в соответствии с программой практики и по индивидуальному заданию.

В заключении подводятся итоги практики, делаются общие выводы и предложения по работе предприятия, а также по организации и проведению самой практики.

Правила оформления отчета соответствуют требованиям к оформлению ВКР.

Отчет по преддипломной практике по сути дела является конспектом разделов ВКР.

В тех случаях, когда тема ВКР выдается до начала производственной практики, в программу практики включаются соответствующие разделы по теме ВКР.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стандарт Уральской государственной лесотехнической академии СТПЗ-2001. Учебный процесс. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению текстовых документов на изделия машиностроения, приборостроения и строительства в курсовых и дипломных проектах и работах. Екатеринбург. Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 61 с.
2. ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ, 2012. 12 с.
3. Санников А.А. Особенности дипломных и курсовых проектов как конструкторских документов в системе ЕСКД / А.А. Санников, С.Н. Вихарев, С.А. Мишин. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1994. 33 с.
4. Санников А.А. Оформление расчётно-пояснительных записок курсовых и дипломных проектов / А.А. Санников, В.П. Сиваков, В.И. Музыкантова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1995. 31 с.
5. Санников А.А. Выпускная квалификационная работа бакалавра / А.А. Санников, В.П. Сиваков, С.Н. Вихарев, Н.В. Куцубина. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. –16 с.
6. Ягуткин В.А. Технология машиностроения: учеб. пособие. – Екатеринбург, Урал. гос. лесотехн. ин-т, 2004. – 192 с.
7. Браславский В.М. Точность инженерных расчетов / В.М. Браславский. Свердловск: Урал. гос. лесотехн. ин-т, 1986. 18 с.

Приложение 1

Таблица П.1.1 – Единицы физических величин, допускаемых к применению в курсовых и ВКР

Величина	Обозначение величины	Единицы измерения	
		Наименование	Обозначение
1	2	3	4
<b>Единицы пространства и времени</b>			
Длина	$\ell$	метр	м
Ширина	$b$	метр	м
Высота	$h$	метр	м
Диаметр	$d$	метр	м
Радиус	$r$	метр	м
Толщина	$\delta$	метр	м
Площадь	$S$		м <sup>2</sup>
Объём, вместимость	$V$		м <sup>3</sup>
Плоский угол	$\varphi$	радиан	рад
Телесный угол	$\psi$	стерадиан	ср.
Время	$t$	секунда	с
Скорость (линейная)	$v$		м/с
Ускорение	$a$		м/с <sup>2</sup>
Угловая скорость	$\omega$		рад/с
Угловое ускорение	$\varepsilon$		рад/с <sup>2</sup>
<b>Единицы механических величин</b>			
Масса	$m$		кг
Плотность	$\rho$		кг/м <sup>3</sup>
Линейная плотность	$\rho_\ell$		кг/м
Поверхностная плотность	$\rho_S$		кг/м <sup>2</sup>
Удельный объем	$V_o$		м <sup>3</sup> /кг
Момент инерции (динамический момент инерции)	$\Theta$		кг·м <sup>2</sup>
Сила	$F$	Ньютон	Н
Сила касательная	$F_t$	Ньютон	Н
Сила нормальная	$F_n$	Ньютон	Н
Сила тяжести (вес)	$F_G$	Ньютон	Н
Линейное давление	$q$		Н/м
Момент силы, изгибающий момент, вращающий момент	$M$		Н·м
Импульс силы	$L$		Н·с
Давление	$p$	Паскаль	Па



Продолжение таблицы П.1.1

1	2	3	4
Нормальное механическое напряжение	$\sigma$	Паскаль	Па
Касательное механическое напряжение	$\tau$	Паскаль	Па
Модуль продольной упругости	$E$	Паскаль	Па
Модуль сдвига	$G$	Паскаль	Па
Дисбаланс	$D$		кг·м
Удельный дисбаланс	$e$		мм
Момент инерции площади плоской фигуры, осевой	$J$		м <sup>4</sup>
То же полярный	$J_o$		м <sup>4</sup>
То же центробежный	$J_u$		м <sup>4</sup>
Момент сопротивления плоской фигуры	$W$		м <sup>3</sup>
Динамическая вязкость	$\mu$	Пуаз	П
Кинематическая вязкость	$\nu$	Стокс	м <sup>2</sup> /с
Ударная вязкость	$\mathcal{G}$		Дж/м <sup>2</sup>
Работа	$A$	Джоуль	Дж
Энергия кинетическая	$T$	Джоуль	Дж
Энергия потенциальная	$P$	Джоуль	Дж
Мощность	$P$	Ватт	Вт
<b>Единицы тепловых величин</b>			
Термодинамическая температура	$T$	Кельвин	К
Количество теплоты	$Q$	Джоуль	Дж
Температурный коэффициент линейного расширения	$\alpha$		1/К
Температурный градиент	$gradt$		К/м
Тепловой поток	$\Phi$	Ватт	Вт
Поверхностная плотность теплового потока	$q$		Вт/м <sup>2</sup>
Теплопроводность	$\lambda$		Вт/(м·К)
Коэффициент теплообмена, теплопередачи	$k$		Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
Теплоемкость	$C$		Дж/К
Удельная теплоемкость	$c$		Дж/(кг·К)
Энтропия	$S$		Дж/К
Удельная энтропия	$s$		Дж/(кг·К)
Удельная энтальпия	$i$		Дж/кг

Продолжение таблицы П.1.1

1	2	3	4
<b>Единицы электрических, магнитных и световых величин</b>			
Сила электрического тока	$I$	Ампер	А
Количество электричества (электрический заряд)	$q$	Кулон	Кл
Электрическое напряжение	$U$	Вольт	В
Электродвижущая сила	$E$	Вольт	В
Электрическая емкость	$C$	Фарад	Ф
Электрическое сопротивление	$R$	Ом	Ом
Электрическая проводимость	$r(R)$	Сименс	См
Поток магнитной индукции, магнитный поток	$\Phi$	Вебер	Вб
Плотность магнитного потока, магнитная индукция	$T$	Тесла	Тл
Индуктивность	$L$	Генри	Г
Световой поток	$\Phi$	Люмен	лм
Освещенность	$E$	Люкс	лк
Сила света	$J$	кандела	кд
<b>Единицы вибрационных и акустических величин</b>			
Амплитуда виброперемещения	$S_a$		мм
Среднее квадратическое значение виброперемещения	$S_e$		мм/с
Длина гармонической волны	$\lambda$	метр	м
Фаза гармонических колебаний	$\varphi$	радиан	рад
Период колебаний	$T$	секунда	с
Частота периодических колебаний	$f$	Герц	Гц
Резонансная частота	$f_o$	Герц	Гц
Угловая частота гармонических колебаний	$\omega$		рад/с
Собственная угловая частота консервативной системы	$\omega_o$		рад/с
Собственная угловая частота системы с демпфированием	$\omega_d$		рад/с
Частотное отношение	$\eta = \omega/\omega_o$		
Амплитуда виброскорости	$V_a$		м/с
Среднее квадратическое значение виброскорости	$V_e$		м/с
Амплитуда виброускорения	$a_a$		м/с <sup>2</sup>
Среднее квадратическое значение виброускорения	$a_e$		м/с <sup>2</sup>

Окончание таблицы П.1.1

1	2	3	4
Коэффициент жесткости при линейном перемещении	$c$		Н/м
Коэффициент жесткости при угловом перемещении	$c_\phi$		Н·м/рад
Коэффициент передачи при $\acute{a}$ виброизоляции	$\mu$		1
Коэффициент сопротивления	$b$		Н·с/м
Коэффициент демпфирования системы	$\delta$		1/с
Коэффициент поглощения	$\psi$		1
Логарифмический декремент затуханий	$\Lambda$		1
Звуковое давление	$P$	Паскаль	Па
Коэффициент динамического усиления	$\acute{a}$		1
Логарифмический уровень виброскорости	$L_v$		дБ
Логарифмический уровень виброускорения	$L_a$		дБ
Логарифмический уровень звукового давления	$L_p$		дБ

Таблица П.1.2 – Множители и приставки для образования десятичных, кратных и дольных единиц и их наименование

Множитель	Приставка	Обозначение приставки
$10^{18}$	экса	Э
$10^{15}$	пета	П
$10^{12}$	тера	Т
$10^9$	гига	Г
$10^6$	мега	М
$10^3$	кило	к
$10^2$	гекто	г
$10^1$	дека	да
$10^{-1}$	деци	д
$10^{-2}$	санتي	с
$10^{-3}$	милли	м
$10^{-6}$	микро	мк
$10^{-9}$	нано	н
$10^{-12}$	пико	п
$10^{-15}$	фемто	ф
$10^{-18}$	атто	а

**Примечания:**

1. Присоединение к наименованию единицы двух или более приставок подряд не допускается.
2. Приставку следует писать слитно с наименованием единицы, к которой присоединяется.

Приложение 2

Таблица П.2 – Перечень основных машин и оборудования, разрабатываемых в ВКР и их индексы

Наименование оборудования химического и бумагоделательного для целлюлозно-бумажной промышленности	Условный индекс
1	2
<b>Группа 1. Установки для производства целлюлозы</b>	
Установки многотрубные непрерывного действия для выработки целлюлозы	УВН
Котлы варочные вертикального типа для непрерывной варки	КВВ
Котлы варочные для периодической варки сульфитной целлюлозы	КВП
Питатели шнековые к установкам непрерывной варки	ПШ
Питатели низкого давления к установкам непрерывной варки	ПНД
Питатели высокого давления к установкам непрерывной варки	ПВД
Камеры пропарочные к варочным котлам и аппаратам	КП
Баки отбельные	ОБ
Смесители и смесительные подогреватели	СП
Бассейны для массы высокой концентрации	БВК
Агрегаты известерегенерационные	АР
Гасители-классификаторы	КГ
Каустизаторы	КС
<b>Группа 2. Оборудование бумагоделательное</b>	
Барабаны корообдирочные	КБ
Корорубки	КР
Прессы отжимные	ПКП
Машины рубительные	МР
Сортировки щепы	СЩ
Дефибреры цепные	ДЦ
Дефибреры двухпрессовые	ДП
Гидроразбиватели	ГР
Роллы массные	РМ
Мельницы молотковые	ММ
Мельницы дисковые	МД
Мельницы дисковые сдвоенные	МДС
Мельницы конические	МКЛ
Мельницы пульсационные	МП
Щеполовки вибрационные	ЩВ

Окончание таблицы П.2

1	2
Сортировки центробежные	СЦ
Узлововителы закрытого типа	УЗ
Сортировки макулатурной массы	СМ
Очиститель вихревой конический	ОК
Очиститель макулатурной массы	ОМ
Машины бумагоделательные	Б
Машины картоноделательные	К
Машины сушильные (пресспаты)	СМ
Машины для сушки древесной массы	СД
Агрегаты гофрированные	АГ
Машины для крепирования	ПК
Каландры тиснильные	С2
Суперкаландры	СК
Станки продольно-резательные	С5
Станки бобинорезательные	С4
Бумагорезательные машины (саморезки)	С1
Станки перемотно-склеивающие	С6
Станки рулоноупаковочные	УР
Станки кипоупаковочные	Т
Конвейер пластинчатый	КП
Рольганги	Р
Конвейеры ленточные	КЛ
Устройства подъемно-спускные	УПО
Элеваторы для рулонов	ЭР
Агрегаты теплорекуперационные	ТРА
Установки теплорекуперационных агрегатов	УТР

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Уральский государственный лесотехнический университет**

Институт (факультет) лесопромышленного бизнеса и дорожного  
строительства  
Кафедра технической механики и оборудования ЦБП  
Направление Технологические машины и оборудование  
Специальность \_\_\_\_\_

**ВЫПУСКНАЯ  
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

вид работы \_\_\_\_\_  
(дипл. проект, дипл. работа, магистр. диссертация)

на тему \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Выпускник \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Руководитель \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы) (подпись)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы) (подпись)

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**Уральский государственный лесотехнический университет**

Институт (факультет) Лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства

Кафедра Технической механики и оборудования ЦБП

Направление Технологические машины и оборудование

Специальность \_\_\_\_\_

Специализация \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**З А Д А Н И Е**

**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ ВЫПУСКНИКА**

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

1. Вид работы \_\_\_\_\_  
(дипл. проект, дипл. работа, магистр. диссертация )

2. Тема работы \_\_\_\_\_

утверждена приказом ректора № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

3. Срок сдачи выпускником законченной работы \_\_\_\_\_

4. Исходные данные \_\_\_\_\_

5. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

6. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) \_\_\_\_\_



7. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов:

Раздел	ФИО консультанта	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял

8. Календарный план

№ п/п	Наименование этапов работы	Срок выполнения этапов работы	Примечание

9. Дата выдачи задания «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

(подпись)      (фамилия, инициалы)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

(подпись)      (фамилия, инициалы)

Форма 3

**ПРЕДСЕДАТЕЛЮ  
Государственной экзаменационной комиссии**

Направляется выпускник \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

на защиту выпускной квалификационной работы

Вид работы: \_\_\_\_\_

Тема: \_\_\_\_\_

Институт (факультет) лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства

Кафедра технической механики и оборудования ЦБП

Направление технологические машины и оборудование

Специальность \_\_\_\_\_

Специализация \_\_\_\_\_

Выписка из зачётно-экзаменационных ведомостей, справка об успеваемости, отзыв руководителя на выпускную квалификационную работу, заключение кафедры о выпускной квалификационной работе, рецензия прилагаются.

**СПРАВКА ОБ УСПЕВАЕМОСТИ**

Выпускник \_\_\_\_\_ за время обучения в УГЛТУ  
(фамилия, инициалы)

с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ гг. полностью выполнил(а) учебный план направления, специальности, специализации со следующими оценками:

«Отлично» – \_\_\_\_\_ %, «хорошо» – \_\_\_\_\_ %, «удовлетворительно» – \_\_\_\_\_ %.

**Директор ИЛБидС** \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

**Секретарь факультета** \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ КАФЕДРЫ О ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

Выпускная квалификационная работа просмотрена на заседании кафедры и выпускник \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

в экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г.)

**Зав. кафедрой** \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись) (Ф.И.О.)

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**Уральский государственный лесотехнический университет**

Институт (факультет) лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства

Кафедра технической механики и оборудования ЦБП

Направление технологические машины и оборудование

Специальность \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

**ТЕМА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

утверждена приказом ректора № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Кафедра технической механики и оборудования ЦБП Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Консультант(ы) \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_

Работа начата \_\_\_\_\_

Решением кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. выпускник допущен к защите выпускной квалификационной работы.

Директор ИЛБидС \_\_\_\_\_ Герц Э.Ф.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РЕШЕНИЕ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ КОМИССИИ**

Признать, что выпускник \_\_\_\_\_ выполнил(а) и защитил(а)  
выпускную квалификационную работу с оценкой \_\_\_\_\_

**Председатель ГЭК** \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

**Секретарь ГЭК** \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

### П.4.1. Основные надписи (штампы) в РПЗ

Формы основных надписей в РПЗ показаны на рисунках П.4.1 и П.4.2. В графах боковой надписи (номера граф на формах показаны в скобках) указывают:

- 1 – наименование раздела РПЗ;
- 2 – обозначение раздела РПЗ в соответствии с разделом 3 и приложением 2, где свободной паре нулей представляют номер раздела РПЗ, например, КБМ.П.01.РПЗ, УЗ.248.05.РПЗ;
- 3 – литеру работы (Д);
- 4 – порядковый номер листа раздела РПЗ;
- 5 – общее количество листов данного раздела;
- 6 – наименование и разделительный индекс предприятия, выпустившего документ, например, УГЛТУ, кафедра ТМиОЦБП;
- 7 – фамилии лиц, подписавших документ;
- 8 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 7;
- 9 – даты подписания лицами, указанными в графе 7.

The diagram illustrates the layout and dimensions of the main title block for technical documents. The overall dimensions are 185 units in width and 40 units in height. The layout is divided into several sections:

- Top Section:** A large rectangular area for the document title, with a width of 185 and a height of 20. It is divided into five columns with widths of 7, 10, 23, 15, and 10 units.
- Left Section:** A vertical column for document identification, with a width of 20 and a height of 40. It contains fields for "Изм.", "Лист", "И докум.", "Подпись", and "Дата".
- Right Section:** A vertical column for document identification, with a width of 20 and a height of 40. It contains fields for "Литт", "Лист", and "Листов".
- Bottom Section:** A horizontal row for document identification, with a width of 185 and a height of 20. It contains fields for "Диплом.", "Консульт.", "Руковод.", and "Зав. каф.". The fields are labeled with numbers in parentheses: (7), (8), (9), and (6).

The diagram also shows the dimensions of the individual fields and the overall layout, including the 185x40 overall size and the 20x40 sub-sections.

Рисунок П.4.1 – Основная надпись для текстовых конструкторских документов (первый и заглавный лист)

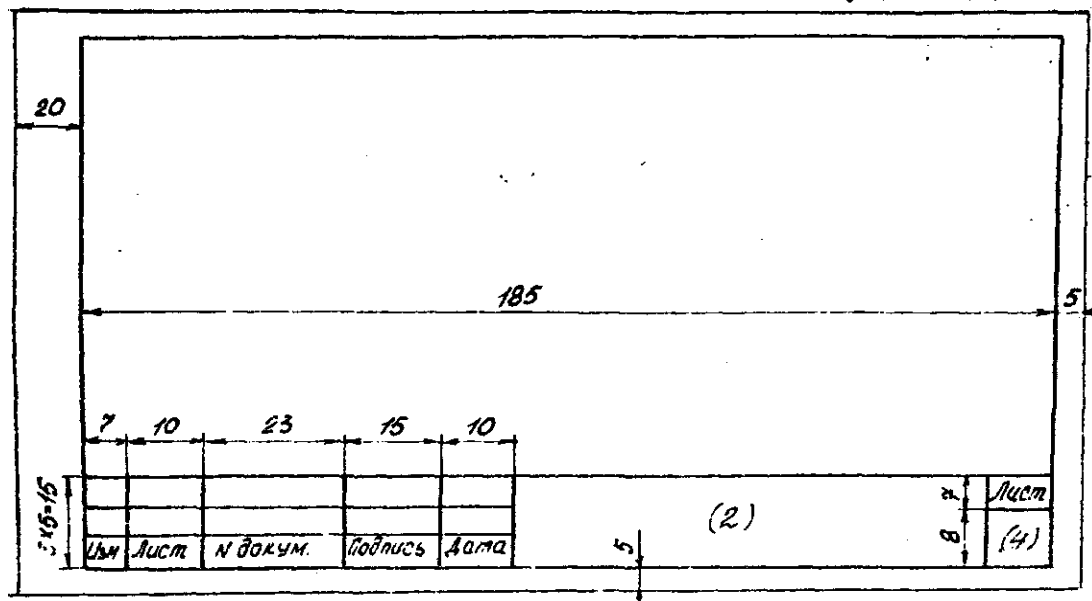


Рисунок П.4.2 – Основная надпись для текстовых конструкторских документов (последующие листы)

## П.4.2. Основные надписи (штампы) в чертежах

Основные надписи (штампы) в чертежах выполняют по ГОСТ 2.104-68. Из дополнительных граф основных надписей следует вычерчивать и заполнять только графу 26 (рисунок П.4.3)

В графе 1 указывают наименование изделия, а также наименование документа.

В графе 2 указывают обозначение чертежа в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3.

В графе 3 указывают обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей).

В графе 4 указывают литеру, присвоенную данному документу (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки). Для эскизного и технического проектов ставится соответственно «Э» или «Т», рабочей документации – (И) (документация для индивидуального производства). В квалификационных работах ставится литера «Д».

Допускается литеру проставлять только в спецификациях и технических условиях.

В графе 5 указывают массу изделия в кг.

В графе 6 – масштаб.

В графе 7 – порядковый номер листа, если чертеж на одном листе, графу не заполняют.

В графе 8 – общее количество листов документа данного наименования и обозначения - только на первом листе.

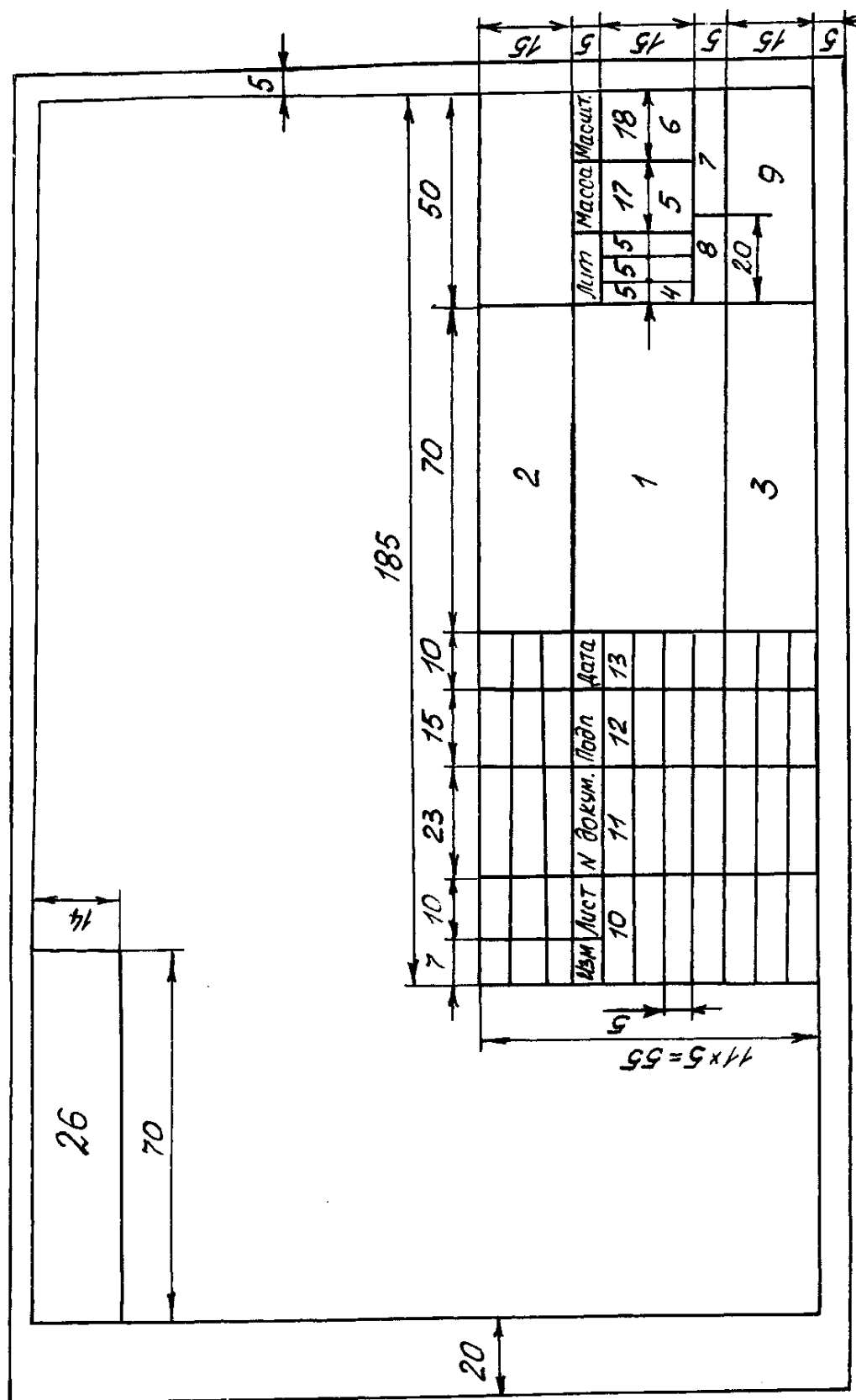


Рисунок П.4.3 – Основные надписи для чертежей

В графе 9 – краткие наименования института, кафедры и шифр специальности: УГЛТУ, каф. ТМиОЦБП, направление 151000 (15.03.02).

В графе 10 в строках пишется: «студент», «консультант», «н. контр.», «зав. каф.» (сверху вниз). Если проверка чертежа, проведение технологического и нормативного контроля при проектировании осуществляется руководителем, и на кафедре не организован специальный нормоконтроль, то строка «н. контр.» не заполняется.

В графе II – фамилии лиц, подписавших документ (без сокращений).

В графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе II.

В графе 13 – дату подписания.

В дополнительной графе 26 пишется обозначение чертежа, повернутое на 180°.

### П.4.3. Спецификации

Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу по формам I и Ia ГОСТ 2.106-68 (рисунки П.4.4, П.4.5) Основные надписи согласно рисунку П.4.3.

Перечни составных частей, входящих в изделие, изображенное на чертежах общих видов эскизного и технического проектов, выполняют по форме спецификации. Перечни составных частей должны иметь наименование, обозначение и нумерацию, как листы соответствующего чертежа общего вида.

Спецификация и перечни составных частей состоят из разделов, которые располагают в следующем порядке: «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы». Название каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают. При составлении рабочей документации в спецификации указывается в начале и подчеркивается наименование «Документация», в этом разделе записывается сборочный чертеж специфической единицы, номер позиции не присваивается, графа «Количество» не заполняется.

В разделе «Стандартные изделия» записывают сначала изделия, примененные по государственным стандартам, затем по стандартам предприятий. В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т.п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименования изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В разделе «Прочие изделия» вносят изделия, примененные не по основным конструкторским документам (по техническим условиям, каталогам, прескурантам и т.п.).

Графы спецификации заполняют следующим образом: надписи одинаково пронумерованных граф (основной надписи) спецификации и чертежа одни и те же. Это графы 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, II, 12, 13 (рисунки П.4.2, П.4.3).

В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы. Для документов, записанных в разделе «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу не заполняют. Для деталей, на которые выпущены чертежи, в графе указывают БЧ.

Графа «Зона» не заполняется.

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицированное изделие и имеющих соответственные номера позиций на чертеже.

В графе «Обозначение» указывают обозначения записываемых документов. Для «Стандартных», «Прочих изделий» и «Материалов» графу не заполняют.

В графе «Наименование» – наименование документов, например, «Сборочный чертеж». В разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» – наименование изделий в соответствии с основной надписью на чертежах этих изделий. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для изготовления. В разделе «Стандартные изделия» - наименования и соответствующие обозначения изделий по ГОСТу и нормам. Для записи ряда изделий и материалов, отличающихся размерами и другими данными и примененных по одному и тому же документу (и записываемых в спецификацию за обозначением этого же документа), допускается общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка). Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий и материалов только параметры и размеры.

В графе «Кол.» указывают количество данных изделий. В разделе «Материалы» – количество материала, с указанием единицы измерения в графе «Примечание».



[illegible]

Рисунок П.4.4 – Форма 1-го листа спецификации

[illegible]

Рисунок П.4.5 – Форма спецификации

В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для перечней составных частей допускается записывать материал детали по ГОСТу.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Спецификацию, выполненную на отдельных листах, подшивают, как приложение к РПЗ. Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4. При этом спецификацию располагают ниже графического изображения изделия и заполняют ее в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

Спецификация составных частей ремонтных сборочных единиц (спецификация *P*) составляется по ГОСТ 2.604-2000. Допускается спецификацию *P* составлять на поле чертежа сборочной единицы, на которую разработан ремонтный чертеж.

При разработке конструкторской документации составляется ведомость покупных изделий и оборудования. В большинстве ВКР эти ведомости не составляются.

В ВКР новых и реконструкции существующих РМЦ (РМЗ) составляется ведомость оборудования (ВО), которая состоит из следующих граф: «Позиция на планировочном чертеже», «Наименование оборудования», «Модель, тип, стандарт», «Характеристика», «Габариты в плане, мм», «Мощность двигателя, кВт». В графе «Наименование оборудования» последовательно записывают оборудование, приборы, приспособления и т.п.

## **Библиографическое описание источников информации по ГОСТ Р 7.0.5-2008**

### Книги:

Бумагоделательные и картоноделательные машины / Под ред. В.С. Курова, Н.Н. Кокушева. 2-е изд., испр. и доп. Спб.: Изд-во политехн. ун-та, 2011. 598 с.

Куцубина Н.В. Виброзащита технологических машин и оборудования лесного комплекса : моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 212 с.

### Статьи из серийного издания и сборника материалов конференций:

Вихарев С.Н., Сиваков В.П., Сафронов Е.Г. Динамические испытания машин - эффективный метод оценки их технического состояния // Вестник Казанского государственного технического университета, 2013. № 24. Т.16. С.102-105.

Сиваков В.П., Вураско А.А., Гребенщиков М.Ю. Контроль работоспособного состояния системы циркуляции раствора в варочном котле при многофактором диагностировании // Перспективы развития техники и технологии в целлюлозно-бумажной промышленности: Сб. матер. III всерос. отраслевой научно-практ. конф. г. Пермь, 27 февраля 2015 г.: Пермский ЦНТИ, 2015. (299 с.) С. 199-203.

### Учебное пособие, методические указания

Санников А.А., Куцубина Н.В. Системный анализ при принятии технических и управленческих решений: учеб. пособ. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 40 с.

### Диссертация

Исаков С.Н. Разработка методов диагностики конструктивных элементов массоподводящих систем: Дис. на соиск. учен степени канд техн. наук : Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. 117 с.

### Автореферат

Кучер А.М. Основы теории расчета и принципов конструирования валов бумагоделательных машин: Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук / ЛТИ ЦБП.: Л., 1982. С. 42.

### Патентные документы

А.с. 929778 (СССР). Каландр бумагоделательной машины / А.А. Санников, А.М. Витвинин, В.П. Сиваков, С.А. Мишин. Оpubл. в Б.И., 1982, № 19.

Патент. 109 464 RU. D21 C7/06. Устройство для уплотнения щепы / В.П. Сиваков, Ю.М. Гребенщиков. Заявл. 20.05.2011. № 2011120646/12. Оpubл. 20.10.2011. Бюл. 29.

Нормативно-технические документы

ГОСТ 7.9-95 (ИСО214-76). Реферат и аннотация. Общие требования. 1996. 7 с.

ГОСТ 25673-83. Вибрация. Методы и средства вибрационной диагностики технологического оборудования целлюлозно-бумажного производства. М.: Изд-во стандартов, 1983. 12 с.

Отчет о научно-исследовательской работе

Совершенствование технического обслуживания оборудования Камского ЦБК на основе диагностирования его технического состояния: Отчет о НИР (заключительный) / Уральский лесотехнический институт (УЛТИ); Руководитель В.П. Сиваков. - 27/86; №-ТР 01860006621; Инв. № 676.004.86. Свердловск, 1987. 80 с.

Материал из сети Интернет:

Дрекслер Э. Машины создания // Большая электронная библиотека.  
URL: <http://www.big-library.info/?act=bookinfo&book=12999>.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ISBN 978-5-94984-551-6



Редактор Р.В. Сайгина  
Компьютерная верстка Т.В. Упоровой

---

Подписано в печать 10.12.2015

Формат 60×84 1/16

Печать офсетная

Уч.-изд. л. 5,51

Усл. печ. л. 6,03

Тираж 50 экз.

Заказ №

---

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37  
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО Учебно-методический центр УПИ»  
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2